

**19. BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

Offenlegungsschrift
DE 100 53 776 A 1

Int. Cl.⁷:
F 01 L 1/047

21	Aktenzeichen:	100 53 776.6
22	Anmeldetag:	30. 10. 2000
43	Offenlegungstag:	12. 7. 2001

(30) Unionspriorität:

11-309140	29. 10. 1999	JP
00-069985	14. 03. 2000	JP
00-197556	30. 06. 2000	JP
00-242228	10. 08. 2000	JP

(71) Anmelder:
Unisia Jecs Corp., Atsugi, Kanagawa, JP

(74) Vertreter:
Hoefler, Schmitz, Weber, 81545 München

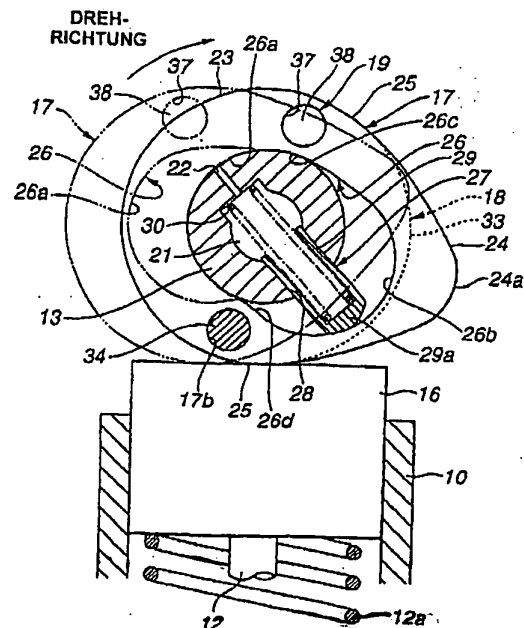
72 Erfinder: -
Hara, Seinosuke, Atsugi, Kanagawa, JP; Nakamura,
Makoto, Atsugi, Kanagawa, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 System zum Antreiben und Steuern einer Nocke für einen Verbrennungsmotor

(57) Ein Verbrennungsmotor umfaßt eine Nocke (17, 117), welche ein Ventil durch ein Drehmoment einer Nockenwelle (13, 113) betätigt und in der Radialrichtung der Nockenwelle (13, 113) bewegbar ist und einen Hubabschnitt (24) umfaßt, welcher sich vorwärts und rückwärts in der Richtung des Ventils bewegt, eine Tragvorrichtung, welche die Nocke (17, 117) der Nockenwelle (13, 113) dreht, und eine Vorrichtung, welche die Nocke (17, 117) mit der Nockenwelle (13, 113) in Eingriff bringt und die Nocke (17, 117) von der Nockenwelle (13, 113) löst, wobei dies in Übereinstimmung mit Motorbetriebszuständen erfolgt.



DE 100 53 776 A 1

DE 100 53 776 A 1

BEST AVAILABLE COPY

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft Systeme zum Antreiben und Steuern von Nocken für Verbrennungsmotoren.

Eines der herkömmlichen Systeme zum Antreiben und Steuern von Nocken für Verbrennungsmotoren ist beispielsweise in JP-U 3-77005 offenbart. Dieses System umfaßt eine Nockenwelle, welche drehbar auf einem Zylinderkopf eines Verbrennungsmotors durch ein Lager gelagert ist, um sich synchron mit einer Kurbelwelle zu drehen, und eine regentropfenförmige Nocke, welche am Außenumfang der Nockenwelle angeordnet ist, um ein Einlaß- bzw. ein Auslaßventil entgegen einer Vorspannkraft einer Ventillfeder zu öffnen. Die Nocke ist relativ zur Nockenwelle drehbar. Eine kreisförmige Vertiefung ist im einer Innenumfangsfläche der Nocke ausgebildet, welche sich in Gleitkontakt mit einer Außenumfangsfläche der Nockenwelle befindet, genauer, in der Innenumfangsfläche auf der Seite eines Nockenhubes. Ferner ist ein Loch in Radialrichtung in der Nockenwelle in Übereinstimmung mit der Vertiefung ausgebildet. Ein Stift ist in dem Loch derart angeordnet, daß dieser in der Lage ist, sich ausgehend von der Außenumfangsfläche der Nockenwelle zum Eingriff mit bzw. zur Lösung von der Vertiefung vorwärts bzw. rückwärts zu bewegen. Der Stift wird durch den Hydraulikdruck innerhalb einer Hydraulikkammer, welche in einer Unterseite des Lochs ausgebildet ist, herausgedrückt. Ferner wird der Stift in der Richtung einer Rückwärtsbewegung durch eine Vorspannkraft einer Rückstellfeder, welche auf der Unterseite des Lochs angeordnet ist, vorgespannt, so daß dieser in dem Loch aufgenommen wird. Ein Zuführen und Ablassen des Hydraulikdrucks zu bzw. aus der Hydraulikkammer werden durch einen Ölkanal gewährleistet, welcher in Axialrichtung durch die Nockenwelle ausgebildet ist.

Bei niedriger Drehzahl und geringer Last des Motors wird eine Zufuhr des Hydraulikdrucks zu der Hydraulikkammer unterbrochen, so daß der Stift durch eine Vorspannkraft der Rückstellfeder in dem Loch aufgenommen wird. Daher befindet sich die Nocke nicht in Verbindung mit der Nockenwelle, so daß diese kein Drehmoment davon aufnimmt, und in dem Nicht-Drehungs-Zustand gehalten wird. Dies versetzt das Ventil außer Betrieb, was beispielsweise zu einem verbesserten Kraftstoffverbrauch führt.

Hingegen wird unter hoher Drehzahl und hoher Last des Motors der Hydraulikdruck durch den Ölkanal der Hydraulikkammer zugeführt, so daß der Stift aus dem Loch entgegen einer Vorspannkraft der Rückstellfeder herausgedrückt wird und ein Ende davon in Eingriff mit der Vertiefung zu einem vorbestimmten Drehungszeitpunkt in Eingriff ist, zu welchem das Loch mit der Vertiefung übereinstimmt. So ist die Nocke mit der Nockenwelle verbunden, um ein Drehmoment davon aufzunehmen. Dieses betätigt das Ventil in einer Öffnungs- und Schließweise, um beispielsweise eine Einlaßluft-Fülleistung zu verbessern, wodurch eine hohe Leistung des Motors erreicht wird.

Bei dem obigen System treten jedoch aufgrund der Tatsache, daß die Nocke und die Nockenwelle relativ zueinander, wie oben beschrieben, drehbar sind, Probleme auf, wie etwa eine schwierige Steuerung zur Umschaltung von einem Motorbetrieb bei niedriger Drehzahl und geringer Last auf einen Betrieb bei hoher Drehzahl und hoher Last, das heißt, von dem gelösten Zustand zum verbundenen Zustand der Nocke und der Nockenwelle, und ein Auftreten eines starken Hämmerns.

Genauer wird während eines Motorbetriebs bei niedriger Drehzahl und geringer Last eine Verbindung der Nocke mit der Nockenwelle gelöst, so daß die Nockenwelle sich in Drehung befindet, die Nocke sich jedoch nicht dreht. Bei ei-

nem Übergang auf einen Motorbetrieb bei hoher Drehzahl und hoher Last steht der Stift der sich drehenden Nockenwelle vor, so daß er in Eingriff mit der Vertiefung mit der stehenden Nocke ist. Daher ist es schwierig, den Zeitpunkt, zu welchem die Vertiefung mit dem Loch übereinstimmt, einzustellen, wodurch ein weicher Eingriff des Stifts mit der Vertiefung sehr schwierig ist. Dies kann dazu führen, daß die obige Umschaltsteuerung nicht möglich ist.

Ferner wirkt, selbst wenn der Stift ohne Ruck mit der Vertiefung in Eingriff gelangen kann, ein Drehmoment der Nockenwelle auf eine Kante der Vertiefung durch den Stift in dem Moment, in welchem der Stift mit der Vertiefung in Eingriff gelangt, wodurch ein starkes Hämmern erzeugt wird. Dieses Hämmern kann nicht nur eine Beschädigung der Kante der Vertiefung und des Endes des Stifts, sondern auch einen abnormalen Verschleiß zwischen der Vertiefung und dem Stift verursachen.

Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein System zum Antreiben und Steuern einer Nocke für einen Verbrennungsmotor zu schaffen, welches eine schnelle und weiche Verbindung sowie ein schnelles und weiches Lösen der Nocke mit der Nockenwelle bzw. von der Nockenwelle ohne Auftreten eines Zusammenstoßes von Bauteilen ermöglicht.

Erfindungsgemäß werden die Aufgaben durch die Merkmale der Ansprüche 1 bzw. 26 gelöst, die Unteransprüche zeigen weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

Generell schafft die vorliegende Erfindung einen Verbrennungsmotor mit einem Ventil, umfassend:

eine Nockenwelle;
eine Nocke, welche das Ventil durch ein Drehmoment der Nockenwelle betätigt, wobei die Nocke in einer Radialrichtung der Nockenwelle bewegbar ist, wobei die Nocke einen Hubabschnitt umfaßt, welcher sich vorwärts und rückwärts in einer Richtung des Ventils bewegt;
eine Tragvorrichtung, welche die Nocke mit der Nockenwelle dreht; und
eine erste Vorrichtung, welche die Nocke mit der Nockenwelle in Eingriff bringt und die Nocke von der Nockenwelle in Übereinstimmung mit Motorbetriebszuständen löst.

Ein Aspekt der vorliegenden Erfindung ist es, einen Verbrennungsmotor mit einem Ventil zu schaffen, umfassend:

eine Nockenwelle;
eine Nocke, welche das Ventil durch ein Drehmoment der Nockenwelle betätigt, wobei die Nocke in einer Radialrichtung der Nockenwelle bewegbar ist und die Nocke einen Hubabschnitt umfaßt, welcher sich vorwärts und rückwärts in einer Richtung des Ventils bewegt;
eine Tragvorrichtung, welche die Nocke mit der Nockenwelle dreht; und
eine Einrichtung zum In-Eingriff-Bringen der Nocke mit der Nockenwelle und zum Lösen der Nocke von der Nockenwelle in Übereinstimmung mit Motorbetriebszuständen.

Fig. 1 ist eine Querschnittsansicht längs der Linie I-I in Fig. 2, welche ein erstes Ausführungsbeispiel eines Systems zum Antreiben und Steuern einer Nocke für einen Verbrennungsmotor zeigt;

Fig. 2 ist eine Seitenansicht des Systems;

Fig. 3 ist eine vergrößerte Teilansicht, teilweise im Schnitt, welche das System zeigt;

Fig. 4 ist eine Ansicht, betrachtet von einem Pfeil IV in Fig. 2;

Fig. 5 ist eine perspektivische Explosionsansicht, welche das System zeigt;

Fig. 6 ist eine Ansicht ähnlich Fig. 1, welche die Wirkungsweise des ersten Ausführungsbeispiels erläutert;

Fig. 7 ist eine Ansicht ähnlich Fig. 6, welche die Wirkungsweise des ersten Ausführungsbeispiels erläutert;

Fig. 8 ist eine Ansicht ähnlich Fig. 7, welche die Wirkungsweise des ersten Ausführungsbeispiels erläutert;

Fig. 9 ist eine Ansicht ähnlich Fig. 3, welche die Wirkungsweise der Eingriffs-Löse-Einrichtung des ersten Ausführungsbeispiels erläutert;

Fig. 10 ist ein Graph, welcher eine Hubkennlinie einer bewegbaren Nocke des ersten Ausführungsbeispiels darstellt;

Fig. 11 ist eine Ansicht ähnlich Fig. 8, welche ein zweites Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt;

Fig. 12 ist eine Ansicht ähnlich Fig. 11, welche ein drittes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt;

Fig. 13 ist eine Ansicht ähnlich Fig. 9, welche ein viertes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt;

Fig. 14 ist eine Ansicht ähnlich Fig. 12, welche ein fünftes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt;

Fig. 15 ist eine Ansicht ähnlich Fig. 14, welche ein sechstes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt;

Fig. 16 ist eine Ansicht ähnlich Fig. 10, welche eine Ventilhubbkennlinie des sechsten Ausführungsbeispiels darstellt;

Fig. 17 ist eine Ansicht ähnlich Fig. 15, welche ein siebtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt;

Fig. 18 ist eine Ansicht ähnlich Fig. 17, welche die Wirkungsweise des siebten Ausführungsbeispiels erläutert;

Fig. 19 ist eine Ansicht ähnlich Fig. 18, welche die Wirkungsweise des siebten Ausführungsbeispiels erläutert;

Fig. 20 ist eine Ansicht ähnlich Fig. 19, welche ein achttes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt;

Fig. 21 ist eine Ansicht ähnlich Fig. 20, welche die Wirkungsweise des achten Ausführungsbeispiels erläutert;

Fig. 22 ist eine Ansicht ähnlich Fig. 21, welche die Wirkungsweise des achten Ausführungsbeispiels erläutert;

Fig. 23 ist eine Ansicht ähnlich Fig. 22, welche die Wirkungsweise des achten Ausführungsbeispiels erläutert;

Fig. 24 ist eine Ansicht ähnlich Fig. 23, welche die Wirkungsweise des achten Ausführungsbeispiels erläutert;

Fig. 25 ist eine Ansicht ähnlich Fig. 24 längs der Linie XXV-XXV in Fig. 26, welche ein neuntes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt;

Fig. 26 ist eine Ansicht ähnlich Fig. 2, welche das neunte Ausführungsbeispiel darstellt;

Fig. 27 ist eine Ansicht ähnlich Fig. 13, welche das neunte Ausführungsbeispiel darstellt;

Fig. 28 ist eine Ansicht ähnlich Fig. 4, betrachtet von dem Pfeil XXVII;

Fig. 29 ist eine Ansicht ähnlich Fig. 25, welche die Wirkungsweise der bewegbaren Nocke des neunten Ausführungsbeispiels erläutert;

Fig. 30 ist eine Ansicht ähnlich Fig. 29, welche die Wirkungsweise der bewegbaren Nocke des neunten Ausführungsbeispiels erläutert;

Fig. 31 ist eine Ansicht ähnlich Fig. 30, welche die Wirkungsweise der bewegbaren Nocke des neunten Ausführungsbeispiels erläutert;

Fig. 32 ist eine Ansicht ähnlich Fig. 31, welche die Wirkungsweise der bewegbaren Nocke des neunten Ausführungsbeispiels erläutert;

Fig. 33 ist eine Ansicht ähnlich Fig. 27, welche die bewegbare Nocke in Verbindung mit einer Nockenwelle durch die Eingriffs-Löse-Einrichtung des neunten Ausführungsbeispiels darstellt;

Fig. 34 ist eine Ansicht ähnlich Fig. 32, welche die bewegbare Nocke in dem gestützten Zustand darstellt;

Fig. 35 ist eine Ansicht ähnlich Fig. 34, welche die bewegbare Nocke in dem gehobenen Zustand darstellt;

Fig. 36 ist eine Ansicht ähnlich Fig. 16, welche die Ven-

tilhubbkennlinie des neunten Ausführungsbeispiels erläutert; Fig. 37 ist eine Ansicht ähnlich Fig. 28, welche ein zehntes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt;

Fig. 38 ist eine Ansicht ähnlich Fig. 36, welche die Ventilhubbkennlinie des zehnten Ausführungsbeispiels erläutert;

Fig. 39 ist eine Ansicht ähnlich Fig. 35, welche ein elftes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt; und

Fig. 40 ist eine Ansicht ähnlich Fig. 39, welche ein zwölftes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt.

Bezugnehmend auf die Zeichnung wird ein System zum Antreiben und Steuern einer Nocke für einen Verbrennungsmotor beschrieben, welches die vorliegende Erfindung verkörpert.

In Fig. 1-5 ist ein Nockenantriebssteuersystem auf einen Verbrennungsmotor mit zwei Einlaßventilen 11, 12 pro Zylinder an einem Zylinderkopf 10 angewandt. Das erste Einlaßventil 11 wird durch eine an einer Nockenwelle 13 befestigte, gewöhnliche, feststehende Nocke 14 über einen Ventilheber 15 geöffnet, wohingegen das zweite Einlaßventil 12 durch ein Nockenantriebssteuersystem geöffnet wird.

Genauer ist, wie am besten in Fig. 1 zu sehen, das Nockenantriebssteuersystem über dem Zylinderkopf 10 und entlang der Längsrichtung des Motors angeordnet und umfaßt die Nockenwelle 13, welche durch das von einer Kurbelwelle übertragene Drehmoment angetrieben wird, eine bewegbare Nocke 17, welche am Außenumfang der Nockenwelle 13 derart angeordnet ist, daß sie im wesentlichen in der Radialrichtung der Nockenwelle bewegbar ist und mit einer Ventillfeder 12a zum Betätigen des zweiten Einlaßventils 12 in einer Öffnungs- bzw. Schließweise durch einen abgedeckten, zylinderförmigen, direkt betätigten Ventilheber 16 zusammenarbeitet, eine Tragvorrichtung 18, welche am Außenumfang der Nockenwelle 13 angeordnet ist, um ein Ende der bewegbaren Nocke 17 zu lagern, und eine Einrichtung 19, welche die bewegbare Nocke 17 von der Nockenwelle 13 in Eingriff bringt bzw. die bewegbare Nocke 17 von der Nockenwelle 13 löst, wobei dies in Übereinstimmung mit den Motorbetriebszuständen erfolgt.

Wie in Fig. 2 dargestellt, ist die Nockenwelle 13 durch ein Lager 20 gelagert, welches an einem oberen Ende des Zylinderkopfes 10 angeordnet ist, so daß sie, betrachtet in Fig. 1, im Uhrzeigersinn drehbar ist. Ein Ölkanal 21 ist in Axialrichtung durch die Nockenwelle 13 ausgebildet, durch welchen der Hydraulikdruck von einem Hydraulikkreis zugeführt wird, wie unten beschrieben. Ein kleines Loch 22 ist in Radialrichtung in der Nockenwelle 13 an der Position entsprechend der bewegbaren Nocke 17 ausgebildet, um mit dem Ölkanal 21 verbunden zu sein.

Wie am besten aus Fig. 5 ersichtlich, umfaßt die bewegbare Nocke 17 einen Grundkreisabschnitt 23 mit einem regtropfenförmigen bzw. annähernd kreisförmigen Profil, einen Nockenhubabschnitt 24, welcher ausgehend von einem Ende des Grundkreisabschnitts 23 vorsteht, einen Flankenabschnitt 25, welcher zwischen dem Grundkreisabschnitt 23 und dem Nockenhubabschnitt 24 angeordnet ist, die sich drehen, um in Gleitkontakt mit annähernd der Mitte der Oberseite des Ventilhebers 16 zu gelangen. Die Hubkennlinie der bewegbaren Nocke 17 ist in Fig. 10 dargestellt.

Eine Gleitstück- bzw. Mittenöffnung 26 ist durch die Mitte der bewegbaren Nocke 17 zur Aufnahme der Nockenwelle 13 ausgebildet. Wie am besten in Fig. 1 zu sehen, ist die Gleitstücköffnung 26 wie ein Kokon im wesentlichen entlang der Radialrichtung der Nockenwelle 13 geformt und weist ein kreisförmiges Ende 26a auf, welches in der Mitte

des Grundkreisabschnitts 23 angeordnet ist, und ein weiteres kreisförmiges Ende 26b, welches auf der Seite einer Oberseite 24a des Nockenhubabschnitts 24 angeordnet ist. Eine Endfläche 26c der Gleitstücköffnung 26 zwischen den beiden Enden 26a, 26b umfaßt eine glatte, kreisförmige, kontinuierliche Fläche, wohingegen eine andere Endfläche 26d, welche der Endfläche 26c zugewandt ist, einen weichen Vorsprung umfaßt.

Die bewegbare Nocke 17 ist drehbar angeordnet, so daß der Nockenhubabschnitt 24 sich durch eine Vorspanneinrichtung 27 durch die Gleitstücköffnung 26 vorwärts bewegen kann. Genauer umfaßt, wie in Fig. 1 dargestellt, die Vorspanneinrichtung 27 ein Plungerloch 28, welches im wesentlichen in Radialrichtung in der Nockenwelle 13 in Übereinstimmung mit dem zweiten Einlaßventil 12 ausgebildet ist, einen Plunger 29, welcher gleitfähig in dem Plungerloch 28 angeordnet ist, und eine Rückstellfeder 30 zum Vorspannen des Plungers 29 hin zu einer Innenumfangsfläche der Gleitstücköffnung 26.

Das Plungerloch 28 ist derart ausgebildet, daß die Unterseite den Ölkanal 21 durchquert. Der Plunger 29, welcher sich gleitfähig in dem Plungerloch 28 bewegt, ist wie ein abgedeckter Zylinder geformt und weist einen Kopf 29a mit einer Kugelkopffläche auf, welche zur Innenumfangsfläche der Gleitstücköffnung 26 gerichtet ist. Die Rückstellfeder 30 weist ein Ende auf, welches durch die Unterseite des Plungerlochs 28 elastisch gehalten wird, und ein anderes Ende, welches durch die Unterseite einer Aussparung des Plungers 29 elastisch gehalten wird. Die Wicklungslänge der Rückstellfeder 30 ist derart festgelegt, daß eine Vorspannkraft annähernd Null ist, wenn sich der Nockenhubabschnitt 24 der bewegbaren Nocke 17 maximal vorwärts bewegt.

Wie am besten in Fig. 3-4 zu sehen, umfaßt die Tragvorrichtung 18 ein Paar von Flanschen 32, 33, welche auf beiden Seitenflächen 17a der bewegbaren Nocke 17 angeordnet und an der Nockenwelle 13 durch jeweilige Befestigungsbolzen 31 befestigt sind, in Diametralrichtung durch die Flansche und die Nockenwelle angeordnet sind, und einen Tragbolzen 34, welcher durch die Flansche 32, 33 angeordnet und die bewegbare Nocke 17 angeordnet ist, um die bewegbare Nocke 17 zu tragen.

Jeder der Flansche 32, 33 ist annähernd kreisförmig geformt, wobei der Außendurchmesser derart festgelegt ist, daß er im wesentlichen gleich dem Außendurchmesser des Grundkreisabschnitts 23 der bewegbaren Nocke 17 ist, und weist in der Mitte eine Eingriffsöffnung 32c, 33c auf, welche mit der Nockenwelle 13 in Eingriff ist. Einander zugewandte Innenflächen 32a, 33a der Flansche 32, 33 befinden sich in Gleitkontakt mit den Seitenflächen 17a der bewegbaren Nocke 17. Ferner sind, wenn der Nockenhubabschnitt 24 der bewegbaren Nocke sich rückwärts bewegt, die Außenumfangsflächen der Flansche 32, 33 der Oberfläche des Ventilhebers 16 zugewandt, wobei ein kleiner Zwischenraum C existiert.

Der Tragbolzen 34 ist durch Bolzenlöcher 32b, 33b, die durch die jeweiligen Außenumfänge der Flansche 32, 33 ausgebildet sind, und ein Durchgangsloch 17b angeordnet ist, welches durch die vorstehend Endfläche 26d der Gleitstücköffnung 26 der bewegbaren Nocke 17 ausgebildet ist. Der Tragbolzen 34 befindet sich in Preßpassung mit den Bolzenlöchern 32b, 33b und in Gleitpassung mit dem Durchgangsloch 17b, um ein freies Schwingen der bewegbaren Nocke 17 zu gewährleisten.

Wie in Fig. 1 und 3 dargestellt, umfaßt die Eingriffs-Löse-Einrichtung 19 ein Bodenaufnahmeloch 35, welches im Flansch 32 ausgebildet und in Axialrichtung von der Innenfläche 32a zur Außenfläche verläuft, einen Eingriffskolben 36, welcher gleitfähig angeordnet ist, um eine Bewe-

gung von der Innenseite des Aufnahmelochs 35 zur Außenseite zu ermöglichen, ein Eingriffsloch 37, welches in Axialrichtung durch die bewegbare Nocke 17 in der 180°-Umfangsposition bezüglich des Durchgangslochs 17b ausgebildet ist und dem Aufnahmeloch 35 in einem vorbestimmten Grundkreisbereich der bewegbaren Nocke 17 zugewandt ist, einen Druckkolben 38, welcher gleitfähig in dem Eingriffsloch 37 angeordnet ist und eine Endfläche aufweist, welche einer Endfläche des Eingriffskolbens 36, wie erforderlich, zugewandt ist, einen Vorspannkolben 41, welcher in einem Bodenhalteloch 39 angeordnet ist, das im Flansch 33 in Übereinstimmung mit dem Aufnahmeloch 35 ausgebildet ist, und zum Rückwärtsbewegen des Eingriffskolbens 36 durch eine Vorspannkraft eines Federelements 40 durch den Druckkolben 38, und einen Hydraulikkreis 43 zum wahlweisen Zuführen und Ablassen des Hydraulikdrucks zu bzw. von einer Hydraulikkammer 42, welche in der Unterseite des Aufnahmelochs 35 ausgebildet ist. Der Druckkolben 38, der Vorspannkolben 41 und das Federelement 40 bilden eine Vorspannvorrichtung. Ein Luftausströmloch 44 kleinen Durchmessers ist durch eine Bodenwand des Haltelochs 39 zur Gewährleistung einer freien Gleitbewegung des Vorspannkolbens 41 ausgebildet.

Die Axiallänge des Eingriffskolbens 36 und des Druckkolbens 38 ist derart festgelegt, daß sie im wesentlichen gleich der Axiallänge des entsprechenden Aufnahmelochs 35 und des Eingriffslochs 37 ist, wohingegen die Axiallänge des Vorspannkolbens 41 derart festgelegt ist, daß diese kleiner ist als die Axiallänge des Haltelochs 39. Das Eingriffsloch 37 ist derart angeordnet, daß dann, wenn der Nockenhubabschnitt 24 der bewegbaren Nocke 17 sich maximal rückwärts bewegt, beide Enden des Vorspannkolbens 38 den entsprechenden Innenflächen 32a, 33a der Flansche 32, 33 zugewandt sind.

Wie in Fig. 3 dargestellt, umfaßt der Hydraulikkreis 43 eine Ölbohrung 45, welche in Radialrichtung in der Nockenwelle 13 ausgebildet und in Verbindung mit der Hydraulikkammer 42 und dem Ölkanal 21 ist, einen Hydraulikdruck-Zuführ- und Hydraulikdruck-Ablas-Kanal 47 mit einem Ende, das mit dem Ölkanal 21 verbunden ist, und einem anderen Ende, das mit einer Ölpumpe 46 verbunden ist, ein bidirektionales Solenoidventil 48, welches zwischen der Ölpumpe 46 und dem Ölkanal 21 angeordnet ist, und eine Öffnung 50, welche mit einem Umgehungskanal 49 zum Umgehen des Solenoidventils 48 angeordnet ist.

Das Solenoidventil 48 ist mit einem Ablaufkanal 51 verbunden, welcher mit dem Ölkanal 21, wie erforderlich, verbunden ist, und gewährleistet ein Umschalten zwischen dem Ölkanal 21 und dem Ablaufkanal 51 durch eine auf einem Mikrocomputer basierende Steuervorrichtung 52. Die Steuervorrichtung 52 liefert ein Steuersignal an das Solenoidventil 48 in Übereinstimmung mit den Motorbetriebszuständen, welche durch verschiedene Sensoren, wie etwa einen Kurbelwinkelsensor, einen Luftdurchflußmesser, einen Kühlmitteltemperatursensor und einen Drosselklappenöffnungssensor, welche nicht dargestellt sind, erfaßt werden.

Nachfolgend wird die Wirkungsweise des ersten Ausführungsbeispiels beschrieben. Unter niedriger Drehzahl und geringer Last des Motors sperrt das Solenoidventil 48 die Stromaufwärtsseite des Zuführ- und Ablaskanals 47 in Übereinstimmung mit einem Steuersignal der Steuervorrichtung 52 und gewährleistet eine Verbindung zwischen dem Zuführ- und Ablaskanal 47 und dem Ablaufkanal 51, so daß der Hydraulikkammer 42 kein Hydraulikdruck zugeführt wird. Folglich werden der Eingriffskolben 36, der Druckkolben 38 und der Vorspannkolben 48 in den Aufnahmelöchern 35, 37, 38, wie in Fig. 3 dargestellt, aufgenommen, wobei diese im Zustand eines LöSENS eines Eingriffs

der bewegbaren Nocke 17 mit der Nockenwelle 13 gehalten werden.

Daher drehen sich, wie in Fig. 1 und 6-8 dargestellt, wenn sich die Flansche 32, 33 synchron mit einer Drehung der Nockenwelle 13 drehen, die bewegbare Nocke 17 durch den Tragbolzen 34 ebenfalls synchron mit der Nockenwelle. Wenn die Außenumfangsfläche der bewegbaren Nocke 17 in Gleitkontakt mit der Oberseite des Ventilhebers 16, wie in Fig. 1 dargestellt, gelangt und, folgend auf den Grundkreisabschnitt 23 und den Flankenabschnitt 25 der Nockenhubabschnitt 24 die Oberseite des Ventilhebers 16 erreicht, so wirkt eine Vorspannkraft der Ventillfeder 12a auf den Nockenhubabschnitt 24, wie in Fig. 6 dargestellt. Dies drückt den Plunger 29 entgegen einer Vorspannkraft der Rückstellfeder 30 zurück, so daß die bewegbare Nocke 17 zum anderen Ende 26b durch die Gleitstücköffnung 26 schwingt, wobei der Tragbolzen 34 als Drehachse dient, das heißt, der Nockenhubabschnitt 24 bewegt sich im wesentlichen bis zum gleichen Niveau wie Außenumfangskanten der Flansche 32, 33 maximal rückwärts, wobei ein Eingriff des anderen Endes 26b mit der Nockenwelle 13 erfolgt.

Wie in Fig. 7-8 dargestellt, geht die Eingriffsposition der bewegbaren Nocke 17 bezüglich der Nockenwelle 13, wenn die bewegbare Nocke 17 sich weiter dreht, so daß der andere Flankenabschnitt 25 betroffen ist, von dem anderen Ende 26b der Gleitstücköffnung 26 auf das eine Ende 26a über, so daß sich der Nockenhubabschnitt 34 durch die Vorspannkraft der Rückstellfeder 30 durch den Plunger 29 vorwärts bewegt. Wenn eine weitere Drehung der Nockenwelle 17 ausgeführt wird, so daß der Grundkreisabschnitt 23 betroffen ist, wie in Fig. 1 dargestellt, so bewegt sich der Nockenhubabschnitt 24 maximal vorwärts.

Genauer gelangt in diesem Motorbetriebsbereich trotz eines Drehens in Synchronität mit der Nockenwelle 13 die bewegbare Nocke 17 zusammen mit den Flanschen 32, 33 in Gleitkontakt mit der Oberseite des Ventilhebers 16 in dem Grundkreisabschnitt, wobei keine Hubbetätigung an dem zweiten Einlaßventil 12 ausgeführt wird. Daher wird das erste Einlaßventil 11 durch die feststehende Nocke 14 zur Öffnungs- und Schließbetätigung angehoben, wohingegen das zweite Einlaßventil 12 durch eine Vorspannkraft der Ventillfeder 12a geschlossen wird, wobei der sogenannte Ventilstoppzustand gehalten wird. Dies erzeugt eine starke Verwirbelung der Einlaßluft, welche in den Zylinder strömt, so daß eine Verbrennung beschleunigt wird, wodurch ein verbesserter Kraftstoffverbrauch ermöglicht wird.

Ferner wird, selbst wenn das Solenoidventil 48 die Zufuhr des Hydraulikdrucks zur Hydraulikkammer 42, wie oben beschrieben, unterbricht, der von der Ölpumpe 46 abgegebene Hydraulikdruck teilweise leicht der Hydraulikkammer 42 etc. über die Öffnung 50 des Umgehungschanals 49, den Ölkanal 21 und die Ölbohrung 45 zur Schmierung jedes Elements zugeführt. Außerdem wird, wie in Fig. 8 dargestellt, der Hydraulikdruck ebenfalls von dem kleinen Loch 22 einem halbmondförmigen Zwischenraum 26c zugeführt, welcher zwischen der Außenumfangsfläche der Nockenwelle 13 und der Innenumfangsfläche des einen Endes 26a der Gleitstücköffnung 26 ausgebildet ist, wodurch ein plötzliches Hervortreten des Nockenhubabschnitts 24 der bewegbaren Nocke 17 bei einem Übergang von dem Flankenabschnitt 25 auf den Nockenhubabschnitt 24 begrenzt wird, welcher sich maximal vorwärtsbewegt. Das heißt, dieser leichte Hydraulikdruck dient als Dämpfer. Dies verhindert eine sogenannte Klickerscheinung während eines Übergangs von dem Nockenhubabschnitt 24 auf den Flankenabschnitt 25, was dazu führt, daß ein Auftreten eines Hammers und eines Verschleißes zwischen der Oberseite des Ventilhebers 16 und der Außenumfangsfläche der bewegbaren

ren Nocke 17 bzw. zwischen der Außenumfangsfläche der Nockenwelle 13 und der Innenumfangsfläche des einen Endes der Gleitstücköffnung 26 verhindert wird.

Hingegen wird unter hoher Drehzahl und hoher Last des Motors beispielsweise das Solenoidventil 48 in Übereinstimmung mit einem Steuersignal der Steuervorrichtung 52 geschaltet, um den Ablaufkanal 51 zu sperren und eine Verbindung zwischen der Stromaufwärts- und der Stromabwärtsseite des Zufuhr- und Auslaßkanals 47 zu gewährleisten. Folglich wird der von der Ölpumpe 46 abgegebene Hydraulikdruck der Hydraulikkammer 42 über den Zufuhr- und Auslaßkanal 47 den Ölkanal 21 und die Ölbohrung 45 zugeführt. So steht in Fig. 9, wenn sich die bewegbare Nocke 17 dreht, so daß der Grundkreisabschnitt 23 der Oberseite des Ventilhebers 16 zugewandt ist, das heißt, das Aufnahmeloch 35, das Eingriffsloch 37 und das Halte Loch 39 sind in dem Grundkreisbereich ausgerichtet, der Kopf der Eingriffskolbens 36 durch den hohen Hydraulikdruck innerhalb der Hydraulikkammer 42 entgegen einer Vorspannkraft des Federelements 40 vor, so daß der Druckkolben 38 und der Vorspannkolben 41 zurückgeschoben wird, wobei ein Eingriff mit dem Eingriffsloch 37 erfolgt. Gleichzeitig gelangt auch ein anderes Ende des Druckkolbens 38 in Eingriff mit dem Halte Loch 39. So gelangt bei maximal vorwärts bewegtem Nockenhubabschnitt 24 die bewegbare Nocke 17 in Eingriff mit den Flanschen 32, 33, so daß diese mit der Nockenwelle 13 vereint ist.

Folglich kann in der gleichen Weise wie bei der feststehenden Nocke 14 die bewegbare Nocke 17 eine Nockenhubfunktion bei Drehung der Nockenwelle 13 zum Anheben des zweiten Einlaßventils 12 ausüben, wie in Fig. 10 dargestellt. Dies verbessert die Einlaßluft-Fülleistung infolge einer Öffnungs- und Schließbetätigung der beiden Einlaßventile 11, 12, wodurch eine erhöhte Motorausgangsleistung ermöglicht wird.

So ist gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel die bewegbare Nocke 17 derart aufgebaut, daß sie sich immer synchron mit der Nockenwelle 13 durch den Tragbolzen 34 dreht, und ein Eingriff bzw. ein Lösen der bewegbaren Nocke 17 mit bzw. von der Nockenwelle 13 erfolgen durch die Eingriffs-Löse-Einrichtung 19 während einer Drehung dieser beiden, wobei ein schneller und sicherer Eingriff bzw. ein schnelles und sicheres Lösen erreicht wird und ein Auftreten eines Zusammenstoßes von Bauteilen verhindert wird.

Ferner erfolgt ein Eingriff der Eingriffs-Löse-Einrichtung 19, das heißt, ein Eingriff des Eingriffskolbens 36 und des Druckkolbens 38 mit dem Eingriffsloch 37 und dem Halte Loch 39 während einer Drehung der Nockenwelle 13 und der bewegbaren Nocke 17 und im Grundkreisbereich der bewegbaren Nocke 17, wobei eine ausreichende Eingriffszeit ermöglicht wird, was zu einem stabilen und sichereren Eingriff selbst während hoher Drehzahlen führt.

Ferner ist gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel die Vorspanneinrichtung 27 in der Richtung einer Vorwärtsbewegung des Nockenhubabschnitts 24 der bewegbaren Nocke 17 angeordnet, so daß, wenn der Nockenhubabschnitt 24 durch eine Vorspannkraft der Ventillfeder 12a gedrückt wird, eine Rückwärtsbewegung der bewegbaren Nocke 17 leicht in deren Gesamtheit durch den Nockenhubabschnitt 24 ausgeführt wird.

Ferner ist das Eingriffsloch 37, wie oben beschrieben, derart angeordnet, daß dann, wenn sich der Nockenhubabschnitt maximal rückwärts bewegt, beide Enden des Vorspannkolbens 38 den entsprechenden Innenflächen 32a, 33a der Flansche 32, 33 zugewandt sind, so daß bei gelöstem Eingriff der bewegbaren Nocke 17 mit der Nockenwelle 13 beide Enden des Vorspannkolbens 38 immer den Innenflächen

chen 32a, 33a der Flansche 32, 33 in jeder Bewegungsposition der bewegbaren Nocke 17 zugewandt sind, wobei kein versehentliches-Lösen-des-Vorspannkolbens 38 von dem Eingriffsloch 37 auftritt. Ebenso sind die Köpfe des Eingriffskolbens 36 und des Vorspannkolbens 41 immer den Seitenflächen 17a der bewegbaren Nocke 17 zugewandt, wobei kein versehentliches Lösen des Eingriffskolbens 36 und des Vorspannkolbens 41 auftritt.

Fig. 11 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei die Vorspanneinrichtung 27 bezüglich der bewegbaren Nocke 17 in der entgegengesetzten Weise zum ersten Ausführungsbeispiel angeordnet ist. Genauer ist das Plungerloch 28 in der Innenumfangsfläche des einen Endes 26a der Gleitstücköffnung 26 der bewegbaren Nocke 17 ausgebildet, so daß der Kopf 29a des Plungers 29 an die Innenumfangsfläche des einen Endes 26a stößt.

Gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel wird, wenn sich die bewegbare Nocke 17 dreht, so daß der Grundkreisabschnitt 23 in Kontakt mit dem Ventilheber 16 gelangt, der Grundkreisabschnitt 23 zwangsweise auf das gleiche Niveau wie die Außendurchmesser der Flansche 32, 33 gedrückt, das heißt, auf die Oberseite des Ventilhebers 16, wobei dies durch den Plunger 29 und die Rückstellfeder 30 erfolgt. Dies ermöglicht eine genaue Ausrichtung des Aufnahmelochs 35, des Eingriffslochs 37 und des Haltelochs 39 in dem Grundkreisbereich, wobei ein sicherer und leichter Eingriff des Eingriffskolbens 36 und des Druckkolbens 38 mit den Löchern 35, 37, 39 erhalten wird. Dies führt zu einer hervorragenden Verbindung der bewegbaren Nocke 17 mit der Nockenwelle 13.

Fig. 12 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, welches im wesentlichen das gleiche wie das zweite Ausführungsbeispiel ist, abgesehen davon, daß das Nockenprofil der bewegbaren Nocke 17 durch Schneiden der Außenfläche des Flankenabschnitts 25 zwischen dem Grundkreisabschnitt 23 und dem Nockenhubabschnitt 24 und auf der Vorderseite, betrachtet in der Drehrichtung der bewegbaren Nocke 17, geändert wurde.

Gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel kann, durch Lösen des Eingriffs der bewegbaren Nocke, wenn sich die bewegbare Nocke 17 dreht, um von dem Nockenhubabschnitt 24 zu dem Flankenabschnitt 25 überzugehen, der Beginn einer Gleitbewegung bzw. einer Schwingung der Gleitstücköffnung 26 der bewegbaren Nocke 17 weich ausgeführt werden, um eine Wiederbeschleunigung der Schwingung davon zu verringern. Dies ermöglicht nicht nur eine Verringerung des Hämmerns bei Beginn des Kontakts der Außenumfangsfläche der bewegbaren Nocke 17 mit der Oberseite des Ventilhebers 16, sondern auch eine Verhinderung eines Zusammenstoßes der Innenumfangsfläche der Gleitstücköffnung 26 mit der Außenumfangsfläche der Nockenwelle 13.

Fig. 13 zeigt ein viertes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei einer der Flansche 32, 33 der Nockenwelle 13 entfernt wurde, und dementsprechend eine leichte Änderung der Struktur der Eingriffs-Löse-Einrichtung 19 ausgeführt ist. Genauer umfaßt die Eingriffs-Löse-Einrichtung 19 das Eingriffsloch 37 der bewegbaren Nocke 17, ausgebildet als Bodeneingriffsloch, welches dem Aufnahmeloch 35 des Flansches 32 zugewandt ist, den Vorspannkolben 41, welcher in dem Eingriffsloch 37 angeordnet ist, und das Federelement 40 zum Vorspannen des Vorspannkolbens 41 hin zu dem Eingriffskolben 36. In der gleichen Weise wie in dem ersten Ausführungsbeispiel ist die bewegbare Nocke 17 durch den Tragbolzen 34 schwingbar gelagert, welcher in Preßpassung mit dem Flansch 32 ist. Das Luftausströmloch 44 ist durch die Bodenwand 37a des Eingriffslochs 37 ausgebildet, um eine freie Gleitbewegung des Vorspannkolbens 41 zu gewährleisten.

Gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel kann die Struktur der Vorrichtung vereinfacht und deren Gewicht reduziert sein. Ferner kann die Breite der bewegbaren Nocke 17 vergrößert sein, wodurch ein stabiles Gleitvermögen der bewegbaren Nocke 17 bezüglich der Oberseite des Ventilhebers 16 erhalten wird.

Fig. 14 zeigt ein fünftes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei die beiden Flansche 32, 33 der Nockenwelle 13 entfernt wurden und die bewegbare Nocke 17 allein verwendet wird. Die bewegbare Nocke 17, welche im wesentlichen die gleiche Struktur wie diejenige des ersten Ausführungsbeispiels aufweist, ist durch einen Drehbolzen oder eine Tragvorrichtung 53 an der Nockenwelle 13 gelagert. Die Eingriffs-Löse-Einrichtung 19 ist in der Radialrichtung der bewegbaren Nocke 17 und der Nockenwelle 13 angeordnet.

Genauer weist der Drehbolzen 53 einen kugelförmigen Kopf 53a auf und ist in ein Preßpassungsloch 54 eingepreßt, welches in Radialrichtung durch die bewegbare Nocke 17 ausgehend von der Außenumfangsfläche zu der Innenumfangsfläche ausgebildet, daß der Kopf 53a gleitfähig in Eingriff mit einer kugelförmigen Vertiefung 55 ist, welche in der Außenumfangsfläche der Nockenwelle 13 ausgebildet ist. Daher ist die bewegbare Nocke 17 an der Nockenwelle 13 durch die Gleitstücköffnung 26 gelagert, um um den Kopf 53a des Drehbolzens 53 schwingen zu können und um sich synchron mit der Nockenwelle 13 zu drehen. Da die bewegbare Nocke 17 durch den Drehbolzen 53 gelagert ist, unterscheidet sich deren Schwingungsbahn leicht von derjenigen des ersten Ausführungsbeispiels, wodurch eine unterschiedliche Krümmung der einen Endfläche 26c der Gleitstücköffnung 26, insbesondere um den Kopf 53a des Drehbolzens 53 bewirkt wird.

Die Eingriffs-Löse-Einrichtung 19 umfaßt ein Aufnahmeloch 56, welches in Radialrichtung in der Außenumfangsfläche der Nockenwelle 13 ausgebildet ist und dem Drehbolzen 53 entspricht, ein Halteloch 58, welches in Radialrichtung in der Innenumfangsfläche des Grundkreisabschnitts 23 der bewegbaren Nocke 17 ausgebildet ist, und dem Aufnahmeloch 56, wie erforderlich, entspricht und eine Endkappe 57 aufweist, welche in dem Außenendboden eingepreßt ist, und einen Eingriffskolben 60, welcher gleitfähig in dem Halteloch 58 angeordnet und hin zu dem Aufnahmeloch 56 durch ein Federelement 59 vorgespannt ist. Der Hydraulikkreis 43 führt den Hydraulikdruck von einer Hydraulikkammer 61 im Boden des Aufnahmeloch 56 durch eine Ölbohrung 62 der Nockenwelle 13 und den Ölkanal 21 zu und läßt diesen ab. Ein Luftausströmloch 63 ist durch die Endkappe 57 angeordnet. Die Vorspanneinrichtung 27 weist die gleiche Struktur wie in dem ersten Ausführungsbeispiel auf.

Gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel wird, bei langsamer Drehzahl und leichter Last des Motors, der Hydraulikdruck der Hydraulikkammer 61 durch das nicht dargestellte Solenoidventil 48 zugeführt, so daß der Eingriffskolben 60 sich rückwärts entgegen einer Vorspannkraft des Federelements 59 bewegt, um in dem Halteloch 58 gehalten zu werden. Dies löst den Eingriff der bewegbaren Nocke 17 mit der Nockenwelle 13, so daß die bewegbare Nocke durch die Gleitstücköffnung 26 um den Drehbolzen 53 schwingen kann, um das zweite Einlaßventil 12 in dem Ventilstoppzustand zu versetzen.

Hingegen wird bei hoher Drehzahl und schwerer Last des Motors die Zuführung des Hydraulikdrucks zu der Hydraulikkammer 61 durch das Solenoidventil 48 unterbrochen. Und wenn das Aufnahmeloch 56 und das Halteloch 58 in dem Grundkreisbereich ausgerichtet sind, in welchem sich der Nockenhubabschnitt 24 der bewegbaren Nocke 17 ma-

ximal vorwärts bewegt, so steht der Eingriffskolben 60 in das Aufnahmeloch 56 vor, um die bewegbare Nocke 17 mit der Nockenwelle 13 zur einheitlichen Drehung zu verbinden. Dies löst den Ventilstopp des zweiten Einlaßventils 12, um eine Öffnungs- und Schließbetätigung der beiden Einlaßventile 11, 12 zu erhalten.

Insbesondere ermöglicht gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel eine Entfernung der Flansche 32, 33 nicht nur eine Gewichtsverringerung der gesamten Vorrichtung, sondern auch eine Verhinderung eines Auftretens eines ungleichmäßigen Verschleißes der Außenumfangsfläche der bewegbaren Nocke 17 infolge einer nicht einseitigen Lagerung der bewegbaren Nocke 17 durch den einzelnen Flansch 32, wie beim dritten Ausführungsbeispiel.

Fig. 15 zeigt ein sechstes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei mindestens einer der Flansche 32, 33, welche in dem ersten bis dritten Ausführungsbeispiel an beiden Seitenflächen der bewegbaren Nocke 17 angeordnet sind, als Nocke für niedrige Geschwindigkeiten dient. Genauer ist der Nockenhubabschnitt 24 der bewegbaren Nocke 17 höher ausgebildet, um ein Nockenprofil für hohe Geschwindigkeiten aufzuweisen, wohingegen ein zweiter Nockenhubabschnitt 64, welcher niedriger als der erste Nockenhubabschnitt 24 ist, an der Außenumfangsfläche des Flansches 32 ausgebildet ist, um ein Nockenprofil für niedrige Geschwindigkeiten aufzuweisen.

Bei niedriger Drehzahl und leichter Last des Motors schwingt die bewegbare Nocke 17 frei, so daß, bei Erreichen der Oberfläche des Ventilhebers 16, sich der erste Nockenhubabschnitt rückwärts nach oben bis zu dem gleichen Niveau wie der zweite Nockenhubabschnitt 64 des Flansches 32 bewegt. Daher wird in diesem Betriebsbereich das zweite Einlaßventil 12 ohne Stoppen in einer Öffnungs- und Schließweise in Übereinstimmung mit der Hubkennlinie des zweiten Nockenhubabschnitts 64 mit einem niedrigen Ventilhub, wie in Fig. 16 durch die Strichlinie dargestellt, betätigt. Dies kann keine Verbesserung des Kraftstoffverbrauchs verglichen mit dem Ventilstoppzustand, jedoch eine verbesserte Verbrennung, eine stabile Motordrehung und ein hohes Drehmoment infolge der Erzeugung einer Verwirbelung im Zylinder liefern.

Hingegen sind bei hoher Drehzahl und schwerer Last des Motors die bewegbare Nocke 17 und die Nockenwelle 13 durch die Eingriffs-Löse-Einrichtung 19 miteinander vereint, so daß das zweite Einlaßventil 12 in einer Öffnungs- und Schließweise in Übereinstimmung mit der Hubkennlinie des ersten Nockenhubabschnitts 24 mit einem hohen Ventilhub, wie in Fig. 16 durch eine Volllinie dargestellt, betätigt wird, wodurch eine hohe Motorleistung erhalten wird.

Fig. 17-19 zeigen ein siebtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei die Struktur der bewegbaren Nocke 17 im wesentlichen die gleiche wie diejenige des ersten Ausführungsbeispiels ist, abgesehen davon, daß eine Eingriffsvertiefung 70 in der Innenumfangsfläche des anderen Endes 26b der Gleitstücköffnung 26 ausgebildet ist, mit welcher der Kopf 29a des Plungers 29 in Eingriff ist.

Genauer weist das andere Ende 26b der Gleitstücköffnung 26 die gleiche Bodentiefe wie diejenige in jedem der obigen Ausführungsbeispiele, so daß sich, wenn sich die bewegbare Nocke 17 maximal rückwärts durch die Nockenwelle 13 bewegt, die Oberseite 24a des Nockenhubabschnitts 24 auf dem gleichen Niveau wie der Grundkreisabschnitt 23 befindet.

Die Eingriffsvertiefung 70 der Innenumfangsfläche des anderen Endes 26b ist derart ausgebildet, daß diese mit dem Kopf 29a des Plungers 29 in Eingriff gebracht werden kann, und weist eine Mitte an einem Winkel θ auf der Vorderseite auf, wie in der Drehrichtung der bewegbaren Nocke 17 be-

züglich einer Linie Q betrachtet, welche die Oberseite 24a des Nockenhubabschnitts 24 und eine Achse X der Nockenwelle 13 verbindet. Anschließend wird das Plungerloch 28 der Nockenwelle 13 derart geformt, daß dieses eine Achse entsprechend der Mitte der Eingriffsvertiefung 70 aufweist, so daß der Plunger 28 schräg nach vorne gleitet, wie in der Drehrichtung der bewegbaren Nocke 17 bezüglich der Linie Q betrachtet. Der Plunger 29 und die Eingriffsvertiefung dienen als Tragvorrichtung zum Drehen der bewegbaren Nocke 17 zusammen mit der Nockenwelle 13.

Das siebte Ausführungsbeispiel ist ferner vorgesehen mit dem Flansch 32 in Verbindung mit der Nockenwelle 13. Der Flansch 32, welcher nicht als Tragvorrichtung wie in dem ersten und zweiten Ausführungsbeispiel dient, ist mit dem Aufnahmeloch 35 entsprechend dem Eingriffsloch 37 der bewegbaren Nocke 17 in der gleichen Weise wie in das zweite Ausführungsbeispiel ausgebildet und stellt einen Teil der Eingriffs-Löse-Einrichtung 19 dar. Ferner weist der Flansch 32 einen Außendurchmesser auf, welcher im wesentlichen gleich dem Außendurchmesser des Grundkreisabschnitts 23 der bewegbaren Nocke 17 ist, so daß die Außenumfangsfläche der Oberseite des Ventilhebers 16 zugewandt ist, wobei ein kleiner Ventilzwischenraum existiert.

Gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel steht der Plunger 29 durch eine Vorspannkraft der Rückstellfeder 30 bzw. durch den Hydraulikdruck innerhalb des Ölkansals 21 vor, unabhängig von den Motorbetriebszuständen, so daß der Kopf 29a immer mit der Eingriffsvertiefung 70 in Eingriff ist. Folglich ist die bewegbare Nocke 17 in synchroner Drehung mit der Nockenwelle 13. Bei niedriger Drehzahl und leichter Last des Motors wird, wie oben beschrieben, die Verbindung der bewegbaren Nocke 17 mit dem Flansch 32 durch die Eingriffs-Löse-Einrichtung 19 gelöst, so daß sich die bewegbare Nocke 17 vorwärts und rückwärts durch die Nockenwelle 13 und das Gleitloch 26, wie in Fig. 17-19 dargestellt, bewegt, so daß die Außenumfangsfläche in Gleitkontakt mit der Oberseite des Ventilhebers 16 gelangt.

Wenn, folgend auf den Grundkreisabschnitt 23 und den Flankenabschnitt 25, der Nockenhubabschnitt 24 die Oberseite des Ventilhebers 16, wie in Fig. 17-18 dargestellt, erreicht, so wird der Plunger 29 durch eine Vorspannkraft der Ventillfeder 12a nach hinten gedrückt. Anschließend bewegt sich die bewegbare Nocke 17 in deren Gesamtheit rückwärts zu dem anderen Ende 26b der Gleitstücköffnung 26 durch die Nockenwelle 13, das heißt, der Nockenhubabschnitt 24 bewegt sich maximal rückwärts nach oben bis zu dem im wesentlichen gleichen Niveau wie die Außenumfangskante des Flansches 32, wodurch ein Eingreifen des anderen Endes 26b mit der Nockenwelle 13 erreicht wird.

Wie in Fig. 19 dargestellt, geht die Eingriffsposition der bewegbaren Nocke 17 bezüglich der Nockenwelle 13, wenn sich die bewegbare Nocke 17 weiter dreht, so daß der andere Flankenabschnitt 25 betroffen ist, von dem anderen Ende 26b zu dem einen Ende 26a der Gleitstücköffnung 26, so daß der Nockenhubabschnitt 24 sich durch eine Vorspannkraft der Rückstellfeder 30 vorwärts bewegt. Dabei folgt die Außenumfangsfläche des Flankenabschnitts 25, um an der Oberseite des Ventilhebers 16 durch eine Vorspannkraft der Rückstellfeder 30 anzuschlagen, wodurch eine schnelle Drehung der bewegbaren Nocke 17 verhindert wird. Das heißt, wenn keine Eingriffsvertiefung 70 existiert, wird ein Kontaktpunkt des Kopfes 29a und des anderen Endes 26b unmittelbar nach dem Übergehen der Oberseite 24a des Nockenhubabschnitts 24 auf die Oberseite des Ventilhebers 16 verschoben. Und die bewegbare Nocke 17 kann sich schnell in der Drehrichtung durch eine Vorspannkraft der Rückstellfeder 30 bewegen, während diese in Gleitkontakt mit der Oberseite des Ventilhebers 16 ist, was zu einem

möglichen Auftreten der Klickerscheinung führt. Gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel ist jedoch der Kopf 29a des Plungers 29 in Eingriff mit der Eingriffsvertiefung 70, so daß selbst dann, wenn die bewegbare Nocke 17 beginnt, sich schnell zu drehen, die Kante der Eingriffsvertiefung an der Außenumfangsfläche des Kopfes 29a des Plungers 29 anschlägt, um eine schnelle Drehung der bewegbaren Nocke 17 zu verhindern, wobei die gleiche Drehgeschwindigkeit wie diejenige der Nockenwelle 13 erhalten wird.

Dies kann das Auftreten eines Hämmerns und Verschleißens infolge des leichten Zusammenstoßes zwischen der Oberseite des Ventilhebers 16 und der Außenumfangsfläche der bewegbaren Nocke 17 und zwischen der Außenumfangsfläche der Nockenwelle 13 und der Innenumfangsfläche des einen Endes 26a der Gleitstücköffnung 26 effektiv verhindern.

Ferner ist die Eingriffsvertiefung 70 an einem Winkel θ auf der Vorderseite, betrachtet in der Drehrichtung der bewegbaren Nocke 17 bezüglich der Oberseite 24a des Nockenhubabschnitts 24 ausgebildet. Daher wird, wenn der Nockenhubabschnitt 24 durch eine Vorspannkraft der Ventillfeder 12a durch die Oberseite des Ventilhebers 16, wie in Fig. 17-18 dargestellt, nach hinten gedrückt wird, eine Rückwärtsbewegung der bewegbaren Nocke 17 sogleich in seiner Gesamtheit ausgeführt.

Genauer wirkt, wie in Fig. 17 dargestellt, wenn die Oberseite 24a des Nockenhubabschnitts 24 die Oberseite des Ventilhebers 16 erreicht, eine Aufwärtskraft F_e einer Vorspannkraft der Ventillfeder 12a auf die bewegbare Nocke 17. Die Aufwärtskraft F_e wirkt auf den Plunger 29 in der Form einer Komponente F_p , aufgebracht auf den Plungerkopf 29a ausgehend von einer Unterseite 70a der Eingriffsvertiefung 70, einer Komponente F_{pt} in der Drehrichtung der Komponente F_p und einer Komponente F_{pr} in der Radialrichtung der Komponente F_p . Deshalb ist, wenn der Plunger 29 koaxial mit der Oberseite 24a ist, die auf den Plungerkopf 29a aufgebraute Drehrichtungskomponentenkraft F_{pr} größer, wohingegen die Radialrichtungskomponentenkraft F_{pr} kleiner ist. Dadurch ist ein Gleitwiderstand zwischen dem Plunger 29 und dem Plungerloch 28 verhältnismäßig groß, was zu einer unmöglichen schnellen Rückwärtsdrehung der bewegbaren Nocke 17 führen kann. Gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel ist die Eingriffsvertiefung 70 jedoch auf der Vorderseite, wie dargestellt, in der Drehrichtung der bewegbaren Nocke 17, wie oben beschrieben, ausgebildet, so daß es möglich ist, die Radialrichtungskomponentenkraft F_{pr} in vollem Maße zu erhöhen und einen Gleitwiderstand zwischen dem Plunger 29 und dem Plungerloch 28 zu verringern, wodurch eine schnelle Rückwärtsbewegung der bewegbaren Nocke 17 erhalten wird.

Ferner umfaßt die Tragvorrichtung gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel weder Flansche 32, 33 noch Tragzapfen 34 wie in dem ersten Ausführungsbeispiel, sondern lediglich den Plunger 29 und die Eingriffsvertiefung 70, was nicht nur zu einer vereinfachten Struktur und einer Gewichtsreduzierung der Vorrichtung, sondern auch zu einer verbesserten Herstellungs- und Montagekapazität davon führt.

Fig. 20-24 zeigen ein achttes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei die Struktur der bewegbaren Nocke 17 im wesentlichen die gleiche wie diejenige in dem ersten Ausführungsbeispiel ist, außer daß die Tragvorrichtung eine Verbindungsstange 80 umfaßt, welche an dem Hinterende des Plungers 29 angeordnet ist, um sich vorwärts und rückwärts zusammen mit der Vorwärts- und Rückwärtsbewegung des Plungers 29 zu bewegen.

Genauer weist die Verbindungsstange 80 ein Ende auf, welches an einer Unterseite 29b des Kopfes 29a des Plun-

gers 29 anschlägt, und ein anderes Ende auf, welches gleitfähig in einem Gleitloch 81 angeordnet ist, welches in Radialrichtung durch die Nockenwelle 13 ausgebildet ist, um koaxial mit dem Plungerloch 28 zu sein. Eine Kopfkante des anderen Endes 80b zeigt zu der Innenumfangsfläche des einen Endes 26a der Gleitstücköffnung 26. Wenn der Nockenhubabschnitt 24 der bewegbaren Nocke 17 vorsteht, wie in Fig. 20 dargestellt, ist ein kleiner Zwischenraum zwischen der Kopfkante des anderen Endes 80b der Verbindungsstange 80 und der Innenumfangsfläche des einen Endes 26a der Gleitstücköffnung 26 definiert. Die Verbindungsstange 80 ist zusammen mit dem Plunger 29 durch den Zwischenraum 82 in der Diametralrichtung der Nockenwelle 13 gleitfähig.

Beim achten Ausführungsbeispiel bewegt der Plunger, bei niedriger Drehzahl und geringer Last des Motors, wobei eine Verbindung der bewegbaren Nocke 17 mit der Nockenwelle 13 durch die Eingriffs-Löse-Einrichtung 19 gelöst wird, unmittelbar bevor die bewegbare Nocke 17 den Ventilheber 16 niederdrückt, wie in Fig. 20 dargestellt, den Nockenhubabschnitt 24 der bewegbaren Nocke 17 durch die Rückstellfeder 30, wobei der Kopf 29a an der Innenumfangsfläche des anderen Endes 26b der Gleitstücköffnung 26 anschlägt.

Wenn sich die Nockenwelle 13 im Uhrzeigersinn, wie in Fig. 21 dargestellt, dreht, erfährt die bewegbare Nocke 17 ein Drehmoment gegen den Uhrzeigersinn infolge der Drehung des Nockenhubabschnitts 24, begrenzt durch den Ventilheber 16. Folglich bewegt sich der Kopf 29a des Plungers 29 rückwärts, während dieser auf der Innenumfangsfläche des anderen Endes 26b gleitet, so daß der Plunger 29 die Verbindungsstange 80 nach oben drückt, bis der Zwischenraum 82 beseitigt ist, und dreht sich ausgehend von der Position, dargestellt durch die Strichlinie in Fig. 21, zu der Position bei einem Winkel θ bezüglich einer Achse des zweiten Einlaßventils 12. Das heißt, zu diesem Zeitpunkt wirkt, in der gleichen Weise wie in dem siebten Ausführungsbeispiel, wenn die Oberseite 24a des Nockenhubabschnitts 24 die Oberseite des Ventilhebers 16 erreicht, die Aufwärtskraft F_e einer Vorspannkraft der Ventillfeder 12a auf die bewegbare Nocke 17. Ein Drehimpuls der bewegbaren Nocke 17, welcher aus der Aufwärtskraft F_e resultiert, wirkt auf den Kontaktpunkt des Plungerkopfes 29a ausgehend von der Innenumfangsfläche 26b der Gleitstücköffnung 26, wodurch eine Seitenkraft F_{pt} des Plungers 29 bewirkt wird. Die Seitenkraft F_{pt} bewirkt eine Komponentenkraft F_p in der Richtung der Normalen an dem Kontaktpunkt und eine Komponentenkraft F_{px} in der Axialrichtung des Plungers 29. Dabei wird eine Vorspannkraft der Rückstellfeder vernachlässigt, da die Rückstellfeder eine geringere Vorspannkraft aufweist als die Ventillfeder.

Wenn der Plunger 29 bewirkt, daß sich die bewegbare Nocke 17 gegen eine Vorspannkraft der Ventillfeder 12a dreht, so erfährt der Plunger 29 die große Seitenkraft F_{pt} . Diese Seitenkraft F_{pt} bewirkt eine Reibung zwischen dem Plunger 29 und dem Plungerloch 28, welche eine schwierige Rückwärtsbewegung der bewegbaren Nocke 17 und einen schnelleren Verschleiß von Gleitabschnitten des Plungers 290 und des Plungerlochs 28 verursachen kann. In dem achten Ausführungsbeispiel wird, da die Anordnung des Zwischenraums 82 ermöglicht, daß sich der Plunger 29 ausgehend von der Position, wie durch die Strichlinie dargestellt, in die Position bei einem Winkel θ dreht, die Innenumfangsfläche 26 durch die Verbindungsstange 80 an einem Punkt P nach oben gedrückt, so daß die bewegbare Nocke 17 rückwärts bewegt wird, wodurch ein kleinerer Plungerwinkel θ erhalten wird. Dies führt zu einer größeren Komponentenkraft F_{px} zum Nachobendrücken des Plungers 29 in Axial-

richtung. Infolge der Beziehung $F_{px} = F_{pt} \tan \theta$ kann der Plunger 29 einfach rückwärts bewegt werden, so daß sich die bewegbare Nocke 17 zu der Seite des einen Endes 26a der Innenumfangsfläche 26 bewegt.

Genauer dient die Verbindungsstange 80 zum Einschränken einer Verschiebung der Richtung der Rückwärtsbewegung des Plungers 29 und der Umfangsrichtung des Nockenhubabschnitts 24 und zum effektiven Übertragen eines Drehmoments des Ventilhebers 16 auf die bewegbare Nocke 17, wodurch eine Drehung der bewegbaren Nocke 17 mit der Nockenwelle 13 und eine einfache Rückwärtsbewegung der bewegbaren Nocke 17 ermöglicht wird.

Wie in Fig. 23 dargestellt, dreht sich, wenn sich die Nockenwelle 13 weiter dreht, so daß die Oberseite 24a des Nockenhubabschnitts 24 an der Oberseite des Ventilhebers 16 senkrecht anschlägt, der Plunger 29 in der Drehrichtung geringfügig vor der Oberseite 24a des Nockenhubabschnitts 24, wobei sich die bewegbare Nocke maximal rückwärts bewegt, und das andere Ende 80b der Verbindungsstange ist geringfügig von der Innenumfangsfläche des einen Endes 26a der Gleitstücköffnung 26 getrennt.

Wie in Fig. 24 dargestellt, drückt, wenn sich die Nockenwelle 13 weiter dreht, so daß die Oberseite 24a des Nockenhubabschnitts 24 die Oberseite des Ventilhebers 16 passiert, der Plunger 29 den Nockenhubabschnitt kontinuierlich durch die Innenumfangsfläche des anderen Endes 26b der Gleitstücköffnung 26. Daher dreht sich der Nockenhubabschnitt 24 mit der Außenumfangsfläche, welche in Gleitkontakt mit der Oberseite des Ventilhebers 16 ist. Dies verhindert einen diskontinuierlichen Gleitkontakt der Oberseite des Ventilhebers 16 mit der Außenumfangsfläche des Nockenhubabschnitts 24 infolge der Trennung zwischen diesen beiden, was zu einer möglichen Verhinderung eines Hammers zwischen dem Ventilheber 16 und dem Nockenhubabschnitt 24 führt.

Ferner kann, wie oben beschrieben, da der Zwischenraum 82 zwischen dem anderen Ende 80b der Verbindungsstange 80 und der Innenumfangsfläche des einen Endes 26a der Gleitstücköffnung 26 angeordnet ist, ein Eingreifen der Verbindungsstange 80 mit der Innenumfangsfläche des einen Endes 26a des Seitenlochs 26 in der Anfangsphase der Rückwärtsbewegung der Verbindungsstange verhindert werden, wodurch eine weiche Rückwärtsbewegung davon erhalten wird.

Das achte Ausführungsbeispiel bewirkt denselben Effekt wie derjenige des ersten Ausführungsbeispiels, da die anderen Strukturen, wie die Eingriffs-Löse-Einrichtung 19, die gleichen sind wie diejenigen des ersten Ausführungsbeispiels.

Fig. 25-36 zeigen ein neuntes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. In Fig. 26 wird das Nockenantriebssteuersystem auf einen Verbrennungsmotor mit zwei Einlaßventilen 111, 112 pro Zylinder an einem Zylinderkopf 110 angewandt. Das erste Einlaßventil 111 wird durch eine gewöhnliche feststehende Nocke 114, welche an einer Nockenwelle 113 durch einen Ventilheber 115 befestigt ist, geöffnet, wohingegen das zweite Einlaßventil 112 durch das Nockenantriebssteuersystem geöffnet wird.

Genauer ist in Fig. 25 ferner das Nockenantriebssteuersystem über dem Zylinderkopf 110 und entlang der Längsrichtung des Motors angebracht und umfaßt die Nockenwelle 113, welche durch ein Drehmoment angetrieben wird, welches von einer Kurbelwelle übertragen wird, eine bewegbare Nocke 117, welche an dem Außenumfang der Nockenwelle 113 angeordnet ist, um im wesentlichen in der Radialrichtung der Nockenwelle bewegbar zu sein und um mit einer Ventulfeder 112a zusammenzuarbeiten, so daß das zweite Einlaßventil 112 in einer Öffnungs- und Schließ-

weise durch einen abgedeckten, zylinderförmigen, direkt betätigten Ventilheber 116 betätigt werden kann, eine Tragvorrichtung 118, welche an dem Außenumfang der Nockenwelle 113 angeordnet ist, um ein Ende der bewegbaren Nocke 117 zu stützen, eine Einrichtung 119 zum Eingreifen der bewegbaren Nocke 117 mit der Nockenwelle 113 bzw. zum Lösen des Eingriffs in Übereinstimmung mit den Motorbetriebszuständen, und eine Einrichtung 127 zum Vorspannen der bewegbaren Nocke 117 in der Richtung einer Vorwärtsbewegung des Nockennasenabschnitts 124.

Wie in Fig. 26 dargestellt, wird die Nockenwelle 113 durch ein Lager 150 gelagert, welche an einem oberen Ende des Zylinderkopfes 110 angeordnet ist, um im Uhrzeigersinn drehbar zu sein, wie in Fig. 25 dargestellt. Ein Ölkanal 121 ist in Axialrichtung durch die Nockenwelle 113 ausgebildet, auf welche der Hydraulikdruck von einem Hydraulikkreis zugeführt wird, wie nachfolgend beschrieben wird. Wie am besten aus Fig. 25 ersichtlich, weist die Nockenwelle 113 einen Befestigungsabschnitt 120 auf, welcher mit der bewegbaren Nocke 117 in Eingriff ist und einen im wesentlichen U-förmigen Querschnitt aufweist. Ein Ende 120a des Befestigungsabschnitts 120 weist eine kreisförmige Außenumfangsfläche 120c auf. Hingegen umfaßt ein anderes Ende 120b eine Seitenfläche 129d auf der Vorderseite, betrachtet in der Drehrichtung in Fig. 25, welche wie eine schräge Fläche, die bezüglich einer Tangente einer Außenumfangsfläche 120c des einen Endes 120a in der Richtung einer Achse Y eines Plungers 129 ausgebildet ist, wie nachfolgend beschrieben wird. Eine andere Seitenfläche 120e des anderen Endes 120b auf der Rückseite, betrachtet in der Drehrichtung in Fig. 25, ist im wesentlichen wie eine gerade Linie geformt, welche entlang einer Tangente der Außenumfangsfläche 120c in der Richtung der Achse Y des Plungers 129 verläuft.

Die bewegbare Nocke 117 umfaßt einen Grundkreisabschnitt 123 mit einem regentropfenförmigen bzw. annähernd kreisförmigen Profil, einen Nockennasenabschnitt 124, welcher von einem Ende des Grundkreisabschnitts 123 vorsteht, einen Flankenabschnitt 125, welcher sich zwischen dem Grundkreisabschnitt 123 und dem Nockennasenabschnitt 124 befindet, welche sich drehen, um in Gleitkontakt mit der Mitte der Oberseite des Ventilhebers 116 zu gelangen. Die Hubkennlinie der bewegbaren Nocke 117 ist in Fig. 36 dargestellt.

Eine Gleitstücköffnung 126 ist durch die Mitte der bewegbaren Nocke 117 ausgebildet, um den Befestigungsabschnitt 120 der Nockenwelle 113 aufzunehmen. Wie am besten aus Fig. 25 ersichtlich, weist die Gleitstücköffnung 126 eine annähernd ovale Form entlang der Radialrichtung der Nockenwelle 113, das heißt, entlang der U-Form des Befestigungsabschnitts 120 auf. Ein Ende der Gleitstücköffnung 126 auf der Seite des Grundkreisabschnitts 123 weist eine Innenumfangsfläche 126a auf, welche annähernd kreisförmig entlang der kreisförmigen Außenumfangsfläche 120c des Nockenwellenbefestigungsabschnitts 120 ausgebildet ist. Ein anderes Ende der Gleitstücköffnung 126 auf der Seite des Nockennasenabschnitts 124 weist eine Innenumfangsfläche 126b auf, welche mit einer schrägen Fläche 126c ausgebildet ist, welche nach oben ausgehend von der Position auf der Unterseite, betrachtet in der Drehrichtung in Fig. 25, hin zu dem Kopf des Nockennasenabschnitts 124 geneigt ist. Seitenflächen 126c, 126d zwischen den Innenumfangsflächen 126a, 126b von beiden Enden der Gleitstücköffnung 126 sind wie im wesentlichen gerade parallele Linien ausgebildet. Die bewegbare Nocke 117 dreht sich in der Drehrichtung der Nockenwelle 113 durch Aufnehmen einer Vorspannkraft des Plungers 129 durch die schräge Fläche 126c.

Daher ist ein β -Winkel-Dreieck-Zwischenraum C zwischen der Drehrichtungsseitenfläche 126c des Nockenwellenbefestigungsabschnitts 126c und der einen schrägen Seitenfläche 120d des Nockenwellenbefestigungsabschnitts 120 ausgebildet. Der Zwischenraum C ermöglicht, daß sich die bewegbare Nocke 117 bezüglich des Befestigungsabschnitts 120 und der Richtung entgegengesetzt zu der Drehrichtung der Nockenwelle 113 dreht. Eine Bewegung der bewegbaren Nocke 117 wird eingeschränkt, wenn die eine Seitenfläche 120d an der einen Seitenfläche 126c der Gleitstücköffnung 126 anschlägt. Die andere Seitenfläche 120e des Befestigungsabschnitts 120 und die andere Seitenfläche 126d der Gleitstücköffnung 126 stellen eine Einrichtung zum Einschränken der Drehung der bewegbaren Nocke 117 in der Drehrichtung der Nockenwelle 113 über einen vordefinierten Wert dar.

Die bewegbare Nocke 117 ist bewegbar angeordnet, so daß der Nockennasenabschnitt 124 sich durch eine Vorspanneinrichtung 127 durch die Gleitstücköffnung 126 vorwärts bewegen kann. Genauer umfaßt die Vorspanneinrichtung 127, wie in Fig. 25 dargestellt, ein Plungerloch 128, welche in dem Nockenwellenbefestigungsabschnitt 120 ausgehend von der Mitte des anderen Endes 120b hin zu dem einen Ende 120a ausgebildet ist, einen Plunger 129, welcher in dem Plungerloch 128 gleitfähig angeordnet ist, und eine Rückstellfeder 130 zum Vorspannen des Plungers 129 hin zu der Innenumfangsfläche 126b der Gleitstücköffnung 126.

Der Plunger 129, welcher sich in dem Plungerloch 128 gleitend bewegt, ist wie ein abgedeckter Zylinder ausgebildet und weist einen Kopf 129a mit einer Kugelkopffläche auf, welche an der Innenumfangsfläche 126e des anderen Endes der Gleitstücköffnung 126 anschlägt. Die Rückstellfeder 130 weist ein Ende auf, welches durch die Unterseite des Plungerlochs 128 elastisch gehalten wird, und ein anderes Ende, welches durch die Unterseite der Aussparung des Plungers 129 elastisch gehalten wird.

Wie am besten aus Fig. 27-28 ersichtlich, umfaßt die Tragvorrichtung 118 ein Paar von Flanschen 132, 133, welche auf beiden Seitenflächen der bewegbaren Nocke 117 angebracht sind, und Sicherungsbolzen 131, welche in Diametralrichtung durch die Flansche 132, 133 und die Nockenwelle 113 angeordnet sind, um die Flansche mit der Nockenwelle zu befestigen.

Jeder der Flansche 132, 133 ist annähernd ringförmig geformt, wobei der Außendurchmesser derart festgelegt ist, daß dieser im wesentlichen der gleiche wie derjenige des Grundkreisabschnitts 123 der bewegbaren Nocke 117 ist, und weist in der Mitte eine Eingriffsöffnung 132c, 133c auf, welche mit der Nockenwelle 113 in Eingriff ist. Nach innen zeigende Flächen 132a, 133a der Flansche 132, 133 befinden sich in Gleitkontakt mit den Seitenflächen der bewegbaren Nocke 117. Ferner zeigen, wenn der Nockennasenabschnitt 124 der bewegbaren Nocke 117 sich rückwärts bewegt, die Außenumfangsflächen der Flansche 132, 133 zu der Oberseite des Ventilhebers 116 mit einem kleinen Zwischenraum.

Wie in Fig. 25 und 27 dargestellt, umfaßt die Eingriffs-Löse-Einrichtung 119 ein Aufnahmeloch auf der Unterseite 135, welches in dem ersten Flansch 132 ausgebildet ist, und in Axialrichtung von der Innenfläche 132a zu der Außenfläche verläuft, einen Eingriffskolben 136, welcher gleitfähig angeordnet ist, um eine Bewegung von der Innenseite des Aufnahmelochs 135 zu der Innenfläche zu ermöglichen, ein Eingriffsloch 137, welches in Axialrichtung durch den Grundkreisabschnitt 123 der bewegbaren Nocke 117 auf einer Mittellinie X ausgebildet ist, welche die Mitte des Grundkreisabschnitts 123 und die Mitte des Kopfes des

Nockennasenabschnitts 124 verbindet, so daß dieses dem Aufnahmeloch 135 auf der Seite des Grundkreisabschnitts 123 zugewandt ist, einen Druckkolben 138, welcher in dem Eingriffsloch 137 gleitfähig angeordnet ist und eine Endfläche aufweist, welche zu einer Endfläche des Eingriffskolbens 136, wie erforderlich, zeigt, ein Halteloch auf der Unterseite 139, welches in dem zweiten Flansch 133 ausgebildet ist, um annähernd dem Aufnahmeloch 135 zu entsprechen, einen Vorspannkolben 141, welcher in dem Halteloch 139 angeordnet ist und dazu dient, den Eingriffskolben 136 durch eine Vorspannkraft einer Ventillfeder 140 durch den Druckkolben 138 rückwärts zu bewegen, und einen Hydraulikkreis 143 zum wahlweisen Zuführen und Ablassen des Hydraulikdrucks von der Unterseite des Aufnahmelochs 135. Ein Luftauströmlloch 144 kleinen Durchmessers ist durch eine untere Wand des Haltelochs 139 ausgebildet ist, um eine freie Gleitbewegung des Vorspannkolbens 141 zu sichern.

Die Axiallänge des Eingriffskolbens 136 und des Druckkolbens ist derart festgelegt, daß diese im wesentlichen die gleiche wie diejenige des entsprechenden Aufnahmelochs 135 und des Eingriffslochs 137 ist, wohingegen die Axiallänge des Vorspannkolbens 141 derart festgelegt ist, daß diese kleiner ist als diejenige des Haltelochs 139. Das Eingriffsloch 138 ist derart angeordnet, daß, selbst wenn der Nockennasenabschnitt 124 der bewegbaren Nocke 117 sich maximal rückwärts bewegt, beide Enden des Vorspannkolbens 138 zu den entsprechenden Innenflächen 132a, 133a der Flansche 132, 133 zeigen.

Wie in Fig. 27 dargestellt, umfaßt der Hydraulikkreis 143 eine Ölbohrung 145, welche in Radialrichtung in der Nockenwelle 113 ausgebildet ist, um mit der Unterseite des Aufnahmelochs 135 und dem Ölkanaal 121 verbunden zu sein, einen Hydraulikdruckzuführ- und -ablaßkanal 147, welcher ein Ende aufweist, welches mit dem Ölkanaal 121 verbunden ist und ein anderes Ende aufweist, welches mit einer Ölpumpe 146 verbunden ist, ein bidirektionales Solenoidventil 148, welches zwischen der Ölpumpe 146 und der Zuführung und dem Abfluß 147 angeordnet ist, und eine Öffnung 150, welche mit einem Umgehungskanal 149 zum Umgehen des Solenoidventils 148 angeordnet ist.

Das Solenoidventil 148 ist ferner mit einem Ablaufkanal 151 verbunden und stellt ein Schalten zwischen dem Zufuhr- und dem Abflußkanal 147 und der Ölpumpe 146 bzw. des Ablaufkanals 151 durch eine auf einem Mikrocomputer basierende Steuervorrichtung 152 sicher. Die Steuervorrichtung 152 liefert dem Solenoidventil ein Steuersignal in Übereinstimmung mit den Motorbetriebszuständen, erfaßt durch verschiedene Sensoren, wie beispielsweise einen Kurbelwinkelsensor, einen Luftdurchflußmesser, einen Kühlmitteltemperatursensor und einen Drosselklappenöffnungssensor, die nicht dargestellt sind.

Eine Wirkungsweise des neunten Ausführungsbeispiels wird nachfolgend beschrieben. Bei niedriger Drehzahl und geringer Last des Motors sperrt das Solenoidventil 148 die Stromaufwärtsseite des Zufuhr- und Abflußkanals 147 in Übereinstimmung mit einem Steuersignal der Steuervorrichtung 152 und stellt eine Verbindung zwischen dem Zufuhr- und Abflußkanal 147 und dem Ablaufkanal 151 sicher. Daher wird dem Aufnahmeloch 135 kein Hydraulikdruck von der Ölpumpe 146 und lediglich ein geringfügiger Hydraulikdruck, welcher durch die Öffnung 150 über den Umgehungskanal reduziert wird, zugeführt, was zu einem Hydraulikdruck nahe Null führt.

Folglich werden in dem Bereich des Grundkreisabschnitts 123 der bewegbaren Nocke 113 selbst dann, wenn das Aufnahmeloch 135, das Eingriffsloch 137 und das Halteloch 139 ausgerichtet sind, der Eingriffskolben 136, der Druck-

kolben 138 und der Vorspannkolben 141 in den jeweiligen Löchern 135, 137, 138, wie in Fig. 27 dargestellt, aufgenommen, wobei diese in dem Zustand des Lösen des Eingriffs der bewegbaren Nocke 117 mit der Nockenwelle 113 gehalten werden.

Der Grund, warum die Löcher 135, 137, 139 in dem Bereich des Grundkreisabschnitts 123 ausgerichtet sind, wird nachfolgend beschrieben. Da die Richtung des Kontakts des Plungers 29 mit der Gleitstücköffnung 126 mit einem Winkel $\alpha 0$ in der Drehrichtung der Nockenwelle 113 bezüglich der Achse Y des Plungers 129, wie in Fig. 25 dargestellt, geneigt ist, erfährt die bewegbare Nocke 117 ein Moment in der Drehrichtung der Nockenwelle 113 von dem Plunger 129. Daher schlägt die andere Seitenfläche 126d der Gleitstücköffnung 126 als die Begrenzungseinrichtung an der anderen Seitenfläche 120e des Nockenwellenbefestigungsabschnitts 120 an, um eine Drehung der bewegbaren Nocke 117 in der Richtung einer Drehung der Nockenwelle 113 zu begrenzen. Die Löcher 135, 137, 139 werden zuvor zur Ausrichtung an dieser Position gestaltet.

Jedoch dreht sich, infolge des Eingriffs der Gleitstücköffnung 126 mit dem Nockenbefestigungsabschnitt 120, die bewegbare Nocke 117 im Uhrzeigersinn synchron mit der Nockenwelle 113, wie in Fig. 25 und 29-32 dargestellt.

Wenn die Außenumfangsfläche der bewegbaren Nocke 117, welche sich im Uhrzeigersinn gedreht hat, in Gleitkontakt mit der Oberseite des Ventilhebers 116 gelangt, und folgend auf den Grundkreisabschnitt 123 der Flankenabschnitt 125 die Oberseite des Ventilhebers 116 erreicht, um einen Kontaktpunkt e von einer Mitte O des Ventilhebers 116 zu einem Punkt e1, wie in Fig. 29 dargestellt, zu bewegen, wirkt eine Vorspannkraft F der Ventillfeder 112a auf den Nockennasenabschnitt 124. Daher wirkt ein Moment M1 ($= F \times e$) in der Richtung entgegengesetzt zu der Drehrichtung der Nockenwelle 113 auf die bewegbare Nocke 117. Dadurch beginnt sich die bewegbare Nocke 117 relativ zu der Nockenwelle 113 (Phase 01) in der Richtung entgegengesetzt zu der Drehrichtung der Nockenwelle 113 zu drehen.

Ferner bewirkt das Moment M1 eine Last f ($= M1/1$), welche auf den Kopf 129a des Plungers 129 wirkt. Dabei kann, da die Richtung der Achse Y des Plungers 129 von der Richtung der Last f bzw. der Richtung des Kontakts bei einem verhältnismäßig kleinen Winkel $\alpha 1$ versetzt ist, der Plunger 129 einfach nach hinten gedrückt werden, jedoch bei einer niedrigen Geschwindigkeit infolge eines kleinen Absolutwerts der Last f.

Folglich dient eine relative Drehung der bewegbaren Nocke 117 in der Richtung entgegengesetzt zu der Drehrichtung der Nockenwelle 113 hauptsächlich zur Aufnahme des Hubs der bewegbaren Nocke 117, um zu ermöglichen, daß der Ventilheber 116 und das Einlaßventil 112 einen Hub von Null behalten, wodurch eine weiche Betätigung der bewegbaren Nocke 117 und des Plungers 129 erhalten wird.

Wenn sich die Nockenwelle 113 weiter dreht (Phase 02), wie in Fig. 30 dargestellt, berührt die bewegbare Nocke 117 die Oberseite des Ventilhebers 116 durch den Nockennasenabschnitt 124 und dreht sich in entgegengesetzter Richtung bis der Zwischenraum C durch eine Reaktionskraft des Ventilhebers 116 beseitigt ist, das heißt, die eine Seitenfläche 126c der Gleitstücköffnung 126 wird durch Anschlagen auf der einen Seitenfläche 120d des Nockenwellenbefestigungsabschnitts 120 begrenzt. Daher weist die bewegbare Nocke 117 eine nacheilende Phase in der Drehrichtung der Nockenwelle 113 von annähernd einem Winkel β bezüglich der Nockenwelle 13 auf, und das Eingriffsloch 137 weist ebenfalls eine nacheilende Phase in der Drehrichtung der Nockenwelle 113 von etwa dem Winkel β bezüglich des Aufnahmelochs 135 auf.

Dabei wird die bewegbare Nocke 117 um einen Betrag Δ leicht durch die Gleitstücköffnung nach hinten gedrückt, so daß sich die Kontaktposition e des Nockennasenabschnitts 124 mit der Oberseite des Ventilhebers 116 zu einem Punkt e2 auf der Seite des Kopfes bewegt, wobei der Wert davon verhältnismäßig groß ist. Daher wird ein auf die bewegbare Nocke 117 wirkendes Moment M2 verhältnismäßig groß, welches durch Begrenzung der Seitenflächen 120d, 126c aufgenommen wird, was zu einer verhältnismäßig großen Last f auf den Plunger 129 führt. Infolge des Erreichens eines kleineren Winkels $\alpha 2$, welcher durch die Richtung der Achse Y des Plungers 129 und die Richtung der Last f gebildet wird, und eines größeren Wert der Last f wird der Plunger 129 weich und schnell nach hinten gegen eine Vorspannkraft der Rückstellfeder 130 gedrückt. Ein Hub der bewegbaren Nocke 117 wird durch eine einwandfreie Nach-Hinten-Drück-Betätigung des Plungers 129 effektiv aufgenommen, wodurch der Ventilhub des Einlaßventils 112 auf Null gehalten wird.

Wenn sich die Nockenwelle 113 weiter dreht (Phase 03), wie in Fig. 31 dargestellt, wird die bewegbare Nocke 117 durch Begrenzung der Seitenflächen 120d, 126c in Übereinstimmung mit dem Nach-Hinten-Drücken des Plungers 129 nach hinten gedrückt. Dabei wird, da die Richtung der Achse Y des Plungers 129 und die Richtung der Last f einen kleinen Winkel $\alpha 3$ bilden, der Plunger 129 weich und schnell nach hinten gedrückt. Ferner wird die bewegbare Nocke 117 um einen großen Betrag S durch die Gleitstücköffnung 126 nach hinten gedrückt, so daß ein Hub der bewegbaren Nocke 117 ferner in der Position aufgenommen wird, wie in Fig. 31 dargestellt, wodurch der Ventilhub auf Null gehalten wird.

Selbst wenn die bewegbare Nocke 117 um einen größeren Betrag auf eine derartige Weise nach hinten gedrückt wird, sind das Aufnahmeloch 135 und das Halte Loch 139 teilweise auf den jeweiligen einander zugewandten Seitenflächen der bewegbaren Nocke 117, wie in Fig. 31 durch Z dargestellt, angeordnet, wobei ein Lösen des Eingriffskolbens 136 und des Vorspannkolbens 141 nicht möglich ist.

Wenn die Nockenwelle 113 sich weiter dreht (Phase 04), so daß der Kopf des Nockennasenabschnitts 124 die Oberseite des Ventilhebers 116 passiert, wie in Fig. 32 dargestellt, schlägt die bewegbare Nocke 117 auf der Oberseite des Ventilhebers 116 durch die andere Seitenfläche des Nockennasenabschnitts 124 an, und ein Hub der bewegbaren Nocke 117 betrifft einen Flankenabschnitt. Dabei wird ein Zwischenraum zwischen der bewegbaren Nocke 117 und dem Ventilheber 116 infolge der Klickerscheinung bewirkt, so daß bewirkt wird, daß der Plunger 129 beginnt vorzustehen. Jedoch wird, da der Kontaktpunkt der bewegbaren Nocke 117 mit dem Ventilheber 116 zu einem Punkt e4 in der entgegengesetzten Richtung bezüglich der Mitte des Ventilhebers 116 bewegt wird, die bewegbare Nocke 117 im Uhrzeigersinn phasenverschoben, das heißt, in der Drehrichtung der Nockenwelle 113, wodurch der Zwischenraum C eines Winkels δ zwischen den Seitenflächen 120d, 126c bewirkt wird.

Wenn sich die bewegbare Nocke 117 weiter dreht, geht ein betroffener Abschnitt der bewegbaren Nocke 117 von dem Hubabschnitt zu dem Grundkreisabschnitt über und kehrt schließlich zu dem Zustand, dargestellt in Fig. 25, zurück. Da die Kontakttrichtung $\alpha 0$ des Plungers 129 in der Drehrichtung der Nockenwelle 113 bezüglich der Richtung der Achse Y des Plungers 129 versetzt ist, wird die bewegbare Nocke 117 durch die andere Seitenfläche 126d des Gleit Lochs 126 begrenzt, welches stabil an der anderen Seitenfläche 120e des Nockenwellenbefestigungsabschnitts 120 anschlägt, wodurch eine Übereinstimmung der Achsen der Kolben 136, 138, 141 erhalten wird.

Auf diese Weise dreht sich in dem obigen Motorbetriebsbereich die bewegbare Nocke 117 synchron mit der Nockenwelle 113, gelangt jedoch in Gleitkontakt mit der Oberseite des Ventilhebers 116 zusammen mit den Flanschen 132, 133 im Nullhubzustand, wobei keine Hubbetätigung am zweiten Einlaßventil 112 ausgeführt wird. Daher wird das erste Einlaßventil 111 durch die feststehende Nocke 114 angehoben, um eine Öffnungs- und Schließbetätigung auszuführen, wohingegen das zweite Einlaßventil 112 durch eine Vorspannkraft der Ventillfeder 112a in den Ventilschließzustand versetzt wird, wobei der Ventilstoppzustand davon beibehalten wird. Dies bewirkt eine starke Verwirbelung der Einlaßluft, welche in den Zylinder fließt, um die Verbrennung zu beschleunigen, wodurch ein verbesserter Kraftstoffverbrauch ermöglicht wird.

Hingegen wird bei hoher Drehzahl und schwerer Last des Motors, beispielsweise, das Solenoidventil 148 in Übereinstimmung mit einem Steuersignal der Steuervorrichtung 152 geschaltet, um den Ablaufkanal 151 zu sperren und eine Verbindung zwischen der Stromaufwärts- und der Stromabwärtsseite des Zufuhr- und Ablasskanals 147 zu gewährleisten. Folglich wird der von der Ölpumpe 146 abgelassene hohe Hydraulikdruck dem Kolbenaufnahmeloch 135 über den Zufuhr- und Ablasskanal 147, dem Ölkanal 121 und der Ölbohrung 145 zugeführt. Daher befinden sich in Fig. 3, wenn sich die bewegbare Nocke 117 dreht, so daß der Grundkreisabschnitt 123 zu der Oberseite des Ventilhebers 116 zeigt, das Aufnahmeloch 135, das Eingriffsloch 137 und das Halte Loch 139 in Ausrichtung wie oben beschrieben, so daß der Kopf des Eingriffskolbens 136 durch den hohen Hydraulikdruck innerhalb des Aufnahmelochs 135 gegen eine Vorspannkraft des Federelements 140 derart vorsteht, daß der Druckkolben 138 und der Vorspannkolben 141 nach hinten gedrückt werden und mit dem Eingriffsloch 137 in Eingriff gelangen. Gleichzeitig befindet sich ein anderes Ende des Druckkolbens 138 ferner mit dem Halte Loch 139. Daher ist die bewegbare Nocke 117 bei maximaler Bewegung des Nockennasenabschnitts 124 nach vorne mit den Flanschen 132, 133 in Eingriff, und es erfolgt eine Vereinigung davon mit der Nockenwelle 113. Der obige hohe Hydraulikdruck liefert dem Plunger 129 eine Druckkraft, um zu verhindern, daß sich die bewegbare Nocke 117 durch eine Trägheitskraft nicht weg bewegt, wodurch eine stabilere Ausrichtung der drei Löcher 135, 137, 139 erhalten wird.

Folglich kann die bewegbare Nocke in der gleichen Weise wie die feststehende Nocke 114 eine Nockenhubfunktion mit Drehung der Nockenwelle 113 ausüben, um einen großen Hub (Hub L1) des zweiten Einlaßventils 112, wie in Fig. 36 dargestellt, zu erreichen. Dies verbessert die Füllleistung von Einlaßluft infolge der Öffnungs- und Schließbetätigung der zwei Einlaßventile 111, 112, wodurch eine erhöhte Motorleistung ermöglicht wird.

Wenn die bewegbare Nocke 117 mit der Nockenwelle 113 verbunden ist, wird die kreisförmige Innenumfangsfläche 126a des einen Endes der Gleitstücköffnung 126 durch die kreisförmige Außenumfangsfläche 120c des einen Endes 120a des Befestigungsabschnitts 120 gestützt, wodurch das Auftreten eines Spiels zwischen diesen beiden eingeschränkt wird. Das heißt, dabei kann, da eine Einschränkung der bewegbaren Nocke 117 in der Drehrichtung durch Kontakt der kreisförmigen Innen- und Außenumfangsflächen 126a, 126c gewährleistet ist, welche mit hoher Genauigkeit bearbeitet werden können, ein Auftreten eines Spiels zwischen diesen beiden vollständig eingeschränkt werden, was zu einem eingeschränkten Auftreten eines Hämmerns und Schlagens einer Seite zwischen den beiden führt.

In Fig. 34 wird die Lagerungsbetätigung für die bewegbare Nocke 117 genauer beschrieben. Ein Kontaktpunkt P1

der kreisförmigen Innen- und Außenumfangsflächen 126a, 120c schränkt eine Drehung im Uhrzeigersinn der bewegbaren Nocke 117 ein, wohingegen ein Kontaktpunkt P2 dieser beiden eine Drehung gegen den Uhrzeigersinn der bewegbaren Nocke 117 einschränkt. Wenn eine Achse der Nockenwelle 113 O ist und eine Achse des Eingriffskolbens 136 J ist, so betragen ein Winkel, welcher durch O, P1 und J gebildet wird, und ein Winkel, welcher durch O, P2, und J gebildet wird, im wesentlichen jeweils 90°. Daher werden bei Drehung der Nockenwelle 113, da die bewegbare Nocke 117 mit der Nockenwelle 113 verbunden ist, der Ventilheber 116 und das Einlaßventil 112 mit großem Hub L1 der bewegbaren Nocke 117, wie in Fig. 35 dargestellt, angehoben. Dabei wird, wie oben beschrieben, eine Einschränkung der bewegbaren Nocke 117 in der Drehrichtung durch Kontakt zwischen den genauen kreisförmigen Innen- und Außenumfangsflächen 126a, 120c gewährleistet, was eine Verringerung des Auftretens eines Spiels zwischen diesen beiden ermöglicht, was zu einem eingeschränkten Auftreten eines Hämmerns und Schlagens einer Seite zwischen den beiden führt. Dies verhindert eine Erhöhung des lokalen Flächen drucks, um eine verbesserte Lebensdauer der Kontaktflächen zu ermöglichen, was das Auftreten eines ungleichmäßigen Verschleißes verhindert.

Ferner kann, da die Achse J des Eingriffskolbens 136 in einem Längsvorsprungsbereich der Gleitstücköffnung 126 angeordnet ist, sowohl eine Drehung im Uhrzeigersinn als auch eine Drehung gegen den Uhrzeigersinn der bewegbaren Nocke 117 effektiv durch die Innen- und Außenumfangsflächen 126a, 120c eingeschränkt werden, was bedeutender ist, als wenn die Achse J auf der Seite der bewegbaren Nocke 117 angeordnet ist.

Ferner befinden sich, wie oben beschrieben, die Löcher 135, 137, 139 an der Position in Ausrichtung, an welcher die andere Seitenfläche 126d der Gleitstücköffnung 126 an der anderen Seitenfläche 120e des Nockenwellenbefestigungsabschnitts 120 anschlägt, um eine Drehung im Uhrzeigersinn der bewegbaren Nocke 117 einzuschränken, wodurch ein schneller und sicherer Eingriff und eine schnelle und sichere Lösung der bewegbaren Nocke 117 von der Nockenwelle 113 erhalten wird.

Ferner wird eine Verbindung der Eingriff- und Löseeinrichtung 119, das heißt, ein Eingreifen des Eingriffskolbens 136 und des Druckkolbens 138 mit dem Eingriffsloch 137 und des Halte Lochs 139, nicht nur während der relativen Drehung der Nockenwelle 113 und der bewegbaren Nocke 117 ausgeführt, sondern in dem Grundkreisbereich der bewegbaren Nocke 117, das heißt, in dem Zustand keiner relativen Drehung der beiden, was eine vollständig gesicherte Eingriffszeit ermöglicht, was zu einem stabileren und sichereren Eingriff selbst während einer schnellen Drehung führt.

Ferner ist die Vorspanneinrichtung 127 in der Richtung einer Vorwärtsbewegung des Nockennasenabschnitts 124 der bewegbaren Nocke 117 angeordnet, so daß, wenn der Nockennasenabschnitt 124 durch eine Vorspannkraft der Ventillfeder 112a gedrückt wird, eine Rückwärtsbewegung der bewegbaren Nocke 117 sogleich in dessen Gesamtheit durch den Nockenhubabschnitt 24 ausgeführt wird.

Fig. 37 zeigt ein zehntes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei mindestens einer der Flansche 132, 133, welche auf beiden Seitenflächen der bewegbaren Nocke 117 angeordnet sind, als Nocke für den unteren Drehzahlbereich dient. Genauer ist der Nockennasenabschnitt 124 der bewegbaren Nocke 117 höher (L1) ausgebildet, um ein Nockenprofil für den höheren Drehzahlbereich aufzuweisen, wohingegen ein zweiter Nockennasenabschnitt 164, welcher niedriger als der erste Nockennasenabschnitt 124 ist, an dem Außenumfang des Flansches 312 ausgebildet ist,

um ein Nockenprofil für den unteren Drehzahlbereich aufzuweisen.

Gemäß dem zehnten Ausführungsbeispiel schwingt bei niedriger Drehzahl und leichter Last des Motors die bewegbare Nocke 117 frei, so daß, wenn die Oberseite des Ventilhebers 116 erreicht wird, der erste Nockennasenabschnitt 124 sich rückwärts nach oben bis zu dem gleichen Niveau wie dasjenige des zweiten Nockennasenabschnitts 164 des Flansches 132 bewegt. Daher wird in diesem Betätigungsbereich das zweite Einlaßventil ohne ein Stoppen in einer Öffnungs- und Schließweise in Übereinstimmung mit der Hubkennlinie des zweiten Nockennasenabschnitts 164 mit einem kleinen Ventilhub, wie durch die Strichlinie in Fig. 38 dargestellt, betätigt. Dies kann keine Verbesserung des Kraftstoffverbrauchs verglichen mit dem Ventilstoppzustand, jedoch eine verbesserte Verbrennung, eine stabile Motordrehzahl und ein hohes Drehmoment infolge einer bestimmten Erzeugung einer Verwirbelung in dem Zylinder liefern.

Hingegen sind bei hoher Drehzahl und schwerer Last des Motors die bewegbare Nocke 117 und die Nockenwelle 113 durch die Eingriffs-Löse-Einrichtung 119 miteinander vereint, so daß das zweite Einlaßventil 112 in einer Öffnungs- und Schließweise in Übereinstimmung mit der Hubkennlinie des ersten Nockennasenabschnitts 124 mit großem Ventilhub, wie in Fig. 38 durch die Vollinie dargestellt, betätigt wird, wodurch eine hohe Motorleistung erhalten wird.

Fig. 39 zeigt ein elftes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei die Einrichtung zum Einschränken der Drehung der bewegbaren Nocke 117 in der Drehrichtung der Nockenwelle 113 den Plunger 129 und die Gleitstücköffnung 126 umfaßt. Genauer ist die andere Seitenfläche 120e des Nockenwellenbefestigungsabschnitts 120 in einer ähnlichen Weise wie die eine Seitenfläche 120d nach innen geneigt, und die andere Seitenfläche 126d der Gleitstücköffnung 126 ist annähernd von der Mitte zu dem Kopf nach innen geneigt, während ein vorbestimmter Zwischenraum bezüglich der anderen Seitenfläche 120e beibehalten wird.

Gemäß dem elften Ausführungsbeispiel schlägt eine annähernd obere Kante der geneigten anderen Seitenfläche 126d, selbst wenn die bewegbare Nocke 117 beginnt, sich im Uhrzeigersinn zu drehen, wenn der Nockennasenabschnitt 124 nach oben, wie in Fig. 39 dargestellt, angeordnet ist, an einer Kante des Kopfes 129a des Plungers 129 im Vorspannzustand zur Einschränkung einer Drehung an, wodurch eine genaue Ausrichtung der Löcher 135, 137, 139 ermöglicht wird. Ferner besteht keine Notwendigkeit, die Einschränkungsfäche auf dem Nockenwellenbefestigungsabschnitt 120 zu bilden, was eine Bearbeitung der Nockenwelle 113 erleichtert.

Fig. 40 zeigt ein zwölftes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei die Dreheinschränkeinrichtung den Plunger 129 und die andere Seitenfläche 126b der Gleitstücköffnung 126 umfaßt. Ein Abschnitt der anderen Seitenfläche 126b auf der Rückseite, wie in der Drehrichtung der Nockenwelle 113 und bezüglich der Mittellinie X der bewegbaren Nocke 117 dargestellt, ist wie eine schräge Fläche, welche nach oben hin zu der Mittellinie X geneigt ist, geformt ist, so daß eine Einschränkungsfäche 126c definiert wird, welche an der Kante des Kopfes 129a des Plungers 129 anschlägt, um eine Drehung der bewegbaren Nocke 117 in der Drehrichtung der Nockenwelle 113 einzuschränken. Ein Einschränkungswinkel $\alpha 0'$ wird derart festgelegt, daß dieser im wesentlichen gleich einem anderen Einschränkungswinkel $\alpha 0$ ist.

Gemäß dem zwölften Ausführungsbeispiel wird eine Seitenkraft des Plungers 129 aufgehoben, um eine Neigung des

Plungers 129 zu verringern, was zu einer verbesserten Positioniergenauigkeit der bewegbaren Nocke 117 und einem ausgezeichneten Schaltverhalten der Eingriffs-Löse-Einrichtung 119 führt.

Zusammenfassend betrifft die vorliegende Erfindung einen Verbrennungsmotor, welcher eine Nocke umfaßt, die ein Ventil durch ein Drehmoment einer Nockenwelle betätigt und in der Radialrichtung der Nockenwelle bewegbar ist und einen Hubabschnitt umfaßt, welcher sich vorwärts und rückwärts in der Richtung des Ventils bewegt, eine Tragvorrichtung, welche die Nocke der Nockenwelle dreht, und eine Vorrichtung, welche die Nocke mit der Nockenwelle in Eingriff bringt und die Nocke von der Nockenwelle löst, wobei dies in Übereinstimmung mit Motorbetriebszuständen erfolgt.

Nachdem die vorliegenden Erfindung anhand der bevorzugten Ausführungsbeispiele beschrieben wurde, sei darauf hingewiesen, daß die vorliegende Erfindung nicht darauf beschränkt ist, sondern verschiedene Änderungen und Abwandlungen vorgenommen werden können, ohne von dem Umfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Beispielsweise kann die Form des Nockenhub- bzw. Nockennasenabschnitts oder des Rampen- bzw. Flankenabschnitts der bewegbaren Nocke auf der Unterseite des Ventilhebers in verschiedenen Weisen abgewandelt werden, um ein Zusammenstoßen der bewegbaren Nocke mit dem Ventilheber unmittelbar nach Abschluß des Hubs der bewegbaren Nocke zu verringern. Ferner kann die vorliegende Erfindung auf beide Einlaßventile angewandt werden, um eine Zylinderstopsteuerung auszuführen.

Der gesamte Inhalt der japanischen Patentanmeldungen 2000-69985, 200-197556, 200-242228 und 11-309140 ist hierin durch Verweis enthalten.

Patentansprüche

1. Verbrennungsmotor mit einem Ventil, umfassend: eine Nockenwelle (13, 113); eine Nocke (17, 117), welche das Ventil durch ein Drehmoment der Nockenwelle (13, 113) betätigt, wobei die Nocke (17, 117) in einer Radialrichtung der Nockenwelle (13, 113) bewegbar ist, wobei die Nocke (17, 117) einen Hubabschnitt (24) umfaßt, welcher sich vorwärts und rückwärts in einer Richtung des Ventils bewegt; eine Tragvorrichtung, welche die Nocke (17, 117) mit der Nockenwelle (13, 113) dreht; und eine erste Vorrichtung, welche die Nocke (17, 117) mit der Nockenwelle (13, 113) in Eingriff bringt und die Nocke (17, 117) von der Nockenwelle (13, 113) in Übereinstimmung mit Motorbetriebszuständen löst.
2. Verbrennungsmotor nach Anspruch 1, wobei die Nocke (17, 117) im wesentlichen in der Mitte eine Öffnung zur Vorwärts- und Rückwärtsbewegung der Nocke (17, 117) bezüglich der Nockenwelle (13, 113) aufweist, wobei die Öffnung einen Grundkreisabschnitt (23) in Eingriff mit der Nockenwelle (13, 113) aufweist, wenn der Hubabschnitt (24) der Nocke (17, 117) in einer vorstehenden Position erhalten wird.
3. Verbrennungsmotor nach Anspruch 1, wobei die Tragvorrichtung einen Flansch, welcher angrenzend an die Nocke (17, 117) angeordnet ist, und einen Bolzen umfaßt, welcher zwischen dem Flansch und der Nocke (17, 117) verläuft, um die Nocke (17, 117) schwingbar an dem Flansch zu stützen.
4. Verbrennungsmotor nach Anspruch 3, wobei der Flansch zwei Abschnitte umfaßt, welche auf beiden Seiten der Nocke (17, 117) angeordnet sind.

5. Verbrennungsmotor nach Anspruch 3, wobei der Bolzen an einer Position der Nocke (17, 117) in der Nähe eines Hubstartpunkts eines Profils der Nocke (17, 117) angeordnet ist.
6. Verbrennungsmotor nach Anspruch 5, wobei die erste Vorrichtung im wesentlichen in einer 180°-Umfangsposition bezüglich des Bolzens angeordnet ist.
7. Verbrennungsmotor nach Anspruch 6, wobei die erste Vorrichtung ein Aufnahmeloch, welches in einer Seitenfläche der zu dem Flansch zeigenden Nocke (17, 117) ausgebildet ist, ein Eingriffsloch, welches durch die Nocke (17, 117) ausgebildet ist, um zu dem Aufnahmeloch zu zeigen, einen Eingriffskolben, welcher gleitfähig in dem Aufnahmeloch angeordnet ist und einen Kopf aufweist, um in Eingriff mit dem Eingriffsloch durch eine Hydraulikflüssigkeit zu gelangen, welche einer Hydraulikkammer (42, 61) zugeführt wird, die in dem Aufnahmeloch ausgebildet ist, so daß die bewegbare Nocke (17, 117) (17, 117) mit dem Flansch in Eingriff gelangt, eine Vorspannvorrichtung zum Vorspannen des Eingriffskolbens hin zu dem Aufnahmeloch und einen Hydraulikkreis zum wahlweisen Zuführen und Ablassen der Hydraulikflüssigkeit von der Hydraulikkammer (42, 61) umfaßt.
8. Verbrennungsmotor nach Anspruch 7, wobei die Vorspannvorrichtung einen Kolben umfaßt, welcher in dem Eingriffsloch gleitfähig angeordnet ist, um an dem Kopf des Eingriffskolbens anzuschlagen.
9. Verbrennungsmotor nach Anspruch 8, wobei das Eingriffsloch derart angeordnet ist, daß, wenn sich der Hubabschnitt (24) der Nocke (17, 117) maximal rückwärts bewegt, ein Ende des Vorspannkolbens zu der Seitenfläche des Flansches zeigt.
10. Verbrennungsmotor nach Anspruch 1, ferner umfassend eine zweite Vorrichtung, welche den Hubabschnitt (24) der Nocke (17, 117) hin zu dem Ventil vorspannt.
11. Verbrennungsmotor nach Anspruch 10, wobei die zweite Vorrichtung ein im wesentlichen in Radialrichtung ausgebildetes Loch in der Nockenwelle (13, 113), einen Plunger, welcher gleitfähig in dem Loch angeordnet ist, um sich in einer Richtung einer Innenumfangsfläche der Öffnung der Nocke (17, 117) zu bewegen, und ein Federelement zum Vorspannen des Plungers hin zu der Innenumfangsfläche der Öffnung umfaßt, um den Hubabschnitt (24) der Nocke (17, 117) vorwärts zu bewegen.
12. Verbrennungsmotor nach Anspruch 11, wobei das Federelement eine Vorspannkraft aufweist, welche derart festgelegt ist, daß diese im wesentlichen Null beträgt, wenn sich der Hubabschnitt (24) maximal vorwärts bewegt.
13. Verbrennungsmotor nach Anspruch 2, ferner umfassend einen Ölkanal, welcher eine Zuführung von Hydraulikflüssigkeit zwischen einer Innenfläche des Grundkreisabschnitts (23) der Öffnung der Nocke (17, 117) und einer zugewandten Außenumfangsfläche der Nockenwelle (13, 113) gewährleistet.
14. Verbrennungsmotor nach Anspruch 11, wobei eine Eingriffsvertiefung in der Innenumfangsfläche der Öffnung der Nocke (17, 117) ausgebildet ist, mit welcher ein Kopf des Plungers in Eingriff ist.
15. Verbrennungsmotor nach Anspruch 14, wobei die Eingriffsvertiefung ausgehend von einer Oberseite des Hubabschnitts (24) der Nocke (17, 117) vorne, betrachtet in einer Drehrichtung der Nocke (17, 117), angeordnet ist, so daß der Plunger schräg in der Drehrichtung der Nocke (17, 117) bezüglich einer Linie vorsteht,

- welche die Oberseite des Hubabschnitts (24) und eine Achse der Nockenwelle (13, 113) verbindet.
16. Verbrennungsmotor nach Anspruch 1, wobei die Tragvorrichtung eine Verbindungsstange umfaßt, welche ein Ende aufweist, welches an einer Unterseite des Plungers anschlägt, und ein anderes Ende aufweist, welches in Radialrichtung durch die Nockenwelle (13, 113) ausgebildet ist, um in Gleitkontakt mit der Innenumfangsfläche der Öffnung der Nocke (17, 117) entgegengesetzt zu dem Kopf des Plungers zu gelangen.
17. Verbrennungsmotor nach Anspruch 16, wobei mindestens in einer maximalen vorstehenden Position der Nocke (17, 117) bezüglich der Nockenwelle (13, 113) ein kleiner Zwischenraum zwischen dem anderen Ende der Verbindungsstange und der Innenumfangsfläche der Öffnung der Nocke (17, 117) definiert ist.
18. Verbrennungsmotor nach Anspruch 2, wobei der Grundkreisabschnitt (23) der Öffnung der Nocke (17, 117) annähernd kreisförmig entlang einer Außenumfangsfläche der Nockenwelle (13, 113) ausgebildet ist.
19. Verbrennungsmotor nach Anspruch 18, wobei ein Zwischenraum zwischen der Außenumfangsfläche der Nockenwelle (13, 113) und der Öffnung der Nocke (17, 117) ausgebildet ist, wobei der Zwischenraum einen vorbestimmten Drehbetrag der Nocke (17, 117) bezüglich der Nockenwelle (13, 113) in einer Richtung entgegengesetzt zu einer Drehrichtung der Nockenwelle (13, 113) ermöglicht, wenn der Hubabschnitt (24) der Nocke (17, 117) ein oberes Ende des Ventils drückt.
20. Verbrennungsmotor nach Anspruch 19, ferner umfassend eine Einschränkungsvorrichtung zum Einschränken einer Drehung der Nocke (17, 117) in der Drehrichtung der Nockenwelle (13, 113) über einen vorbestimmten Wert.
21. Verbrennungsmotor nach Anspruch 20, wobei die Einschränkungsvorrichtung die Nocke (17, 117) und die Öffnung der Nocke (17, 117) umfaßt.
22. Verbrennungsmotor nach Anspruch 20, wobei die Einschränkungsvorrichtung den Plunger und die Öffnung der Nocke (17, 117) umfaßt.
23. Verbrennungsmotor nach Anspruch 21, wobei die Öffnung der Nocke (17, 117) an einer Hubabschnittsseite eine schräge Fläche zum Vorspannen der Nocke (17, 117) in der Drehrichtung der Nockenwelle (13, 113) aufweist.
24. Verbrennungsmotor nach Anspruch 23, wobei die Einschränkungsvorrichtung und die schräge Fläche zusammenarbeiten, um eine Drehposition der Nocke (17, 117) in der Drehrichtung der Nockenwelle (13, 113) zu definieren.
25. Verbrennungsmotor nach Anspruch 24, wobei die Nocke (17, 117) in Eingriff mit der Nockenwelle (13, 113) durch die erste Vorrichtung in einer Position ist, in welcher die Nocke (17, 117) durch die Einschränkungsvorrichtung eingeschränkt wird.
26. Verbrennungsmotor mit einem Ventil, umfassend: eine Nockenwelle (13, 113); eine Nocke (17, 117), welche das Ventil durch ein Drehmoment der Nockenwelle (13, 113) betätigt, wobei die Nocke (17, 117) in einer Radialrichtung der Nockenwelle (13, 113) bewegbar ist, wobei die Nocke (17, 117) einen Hubabschnitt (24) umfaßt, welcher sich vorwärts und rückwärts in einer Richtung des Ventils bewegt; eine Tragvorrichtung, welche die Nocke (17, 117) mit der Nockenwelle (13, 113) dreht; und eine Einrichtung zum In-Eingriff-Bringen der Nocke (17, 117) mit der Nockenwelle (13, 113) und zum Lö-

sen der Nocke (17, 117) von der Nockenwelle (13, 113)
in Übereinstimmung mit Motorbetriebszuständen.

Hierzu 38 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG.1

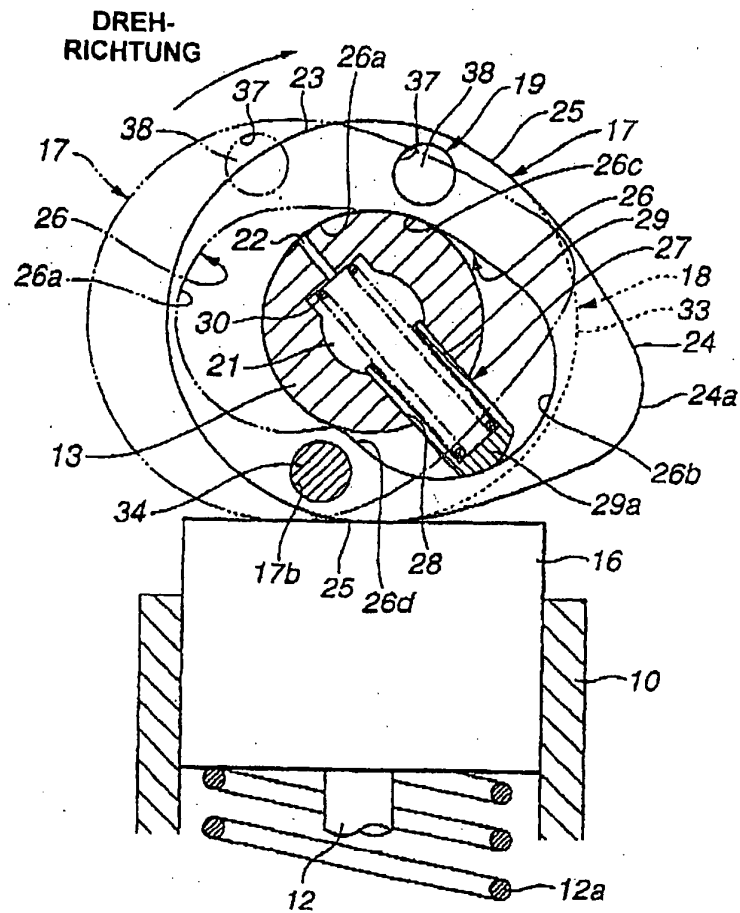


FIG.2

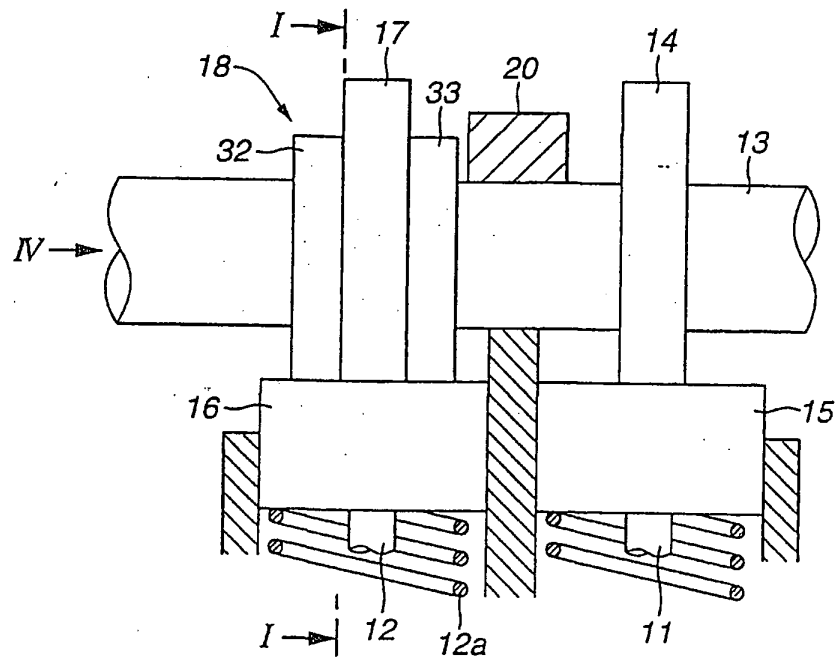


FIG.3

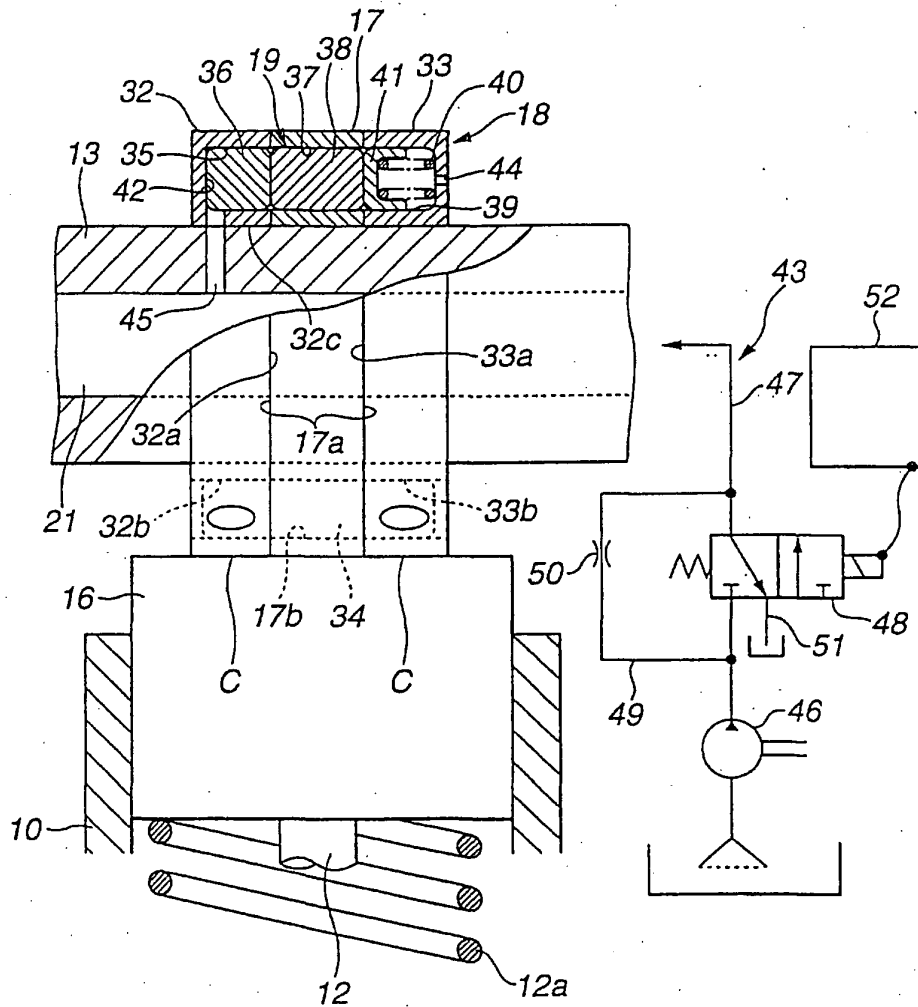


FIG.4

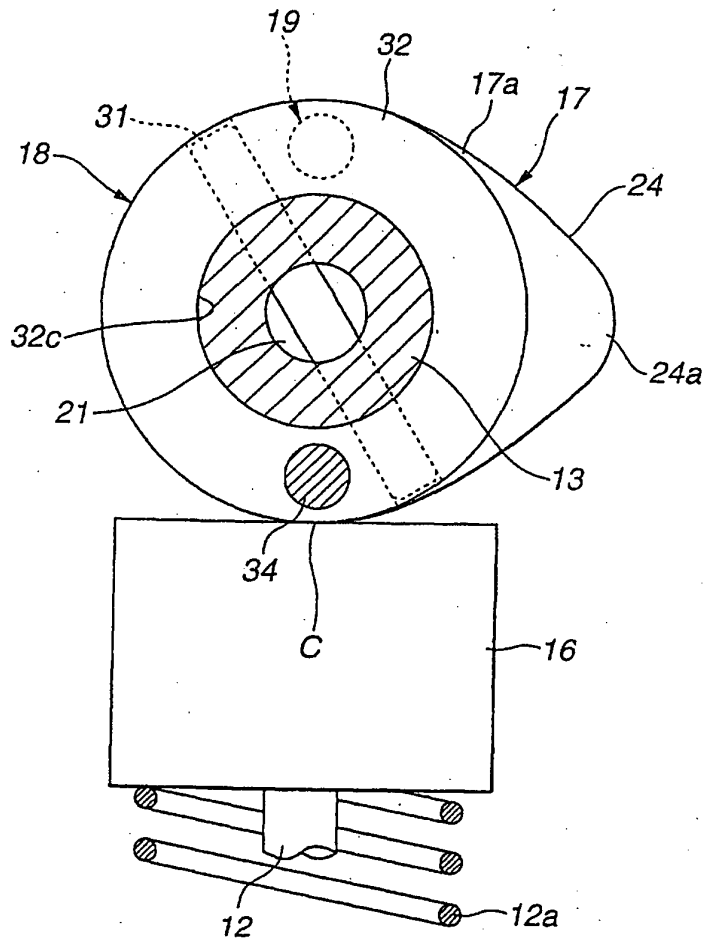


FIG.5

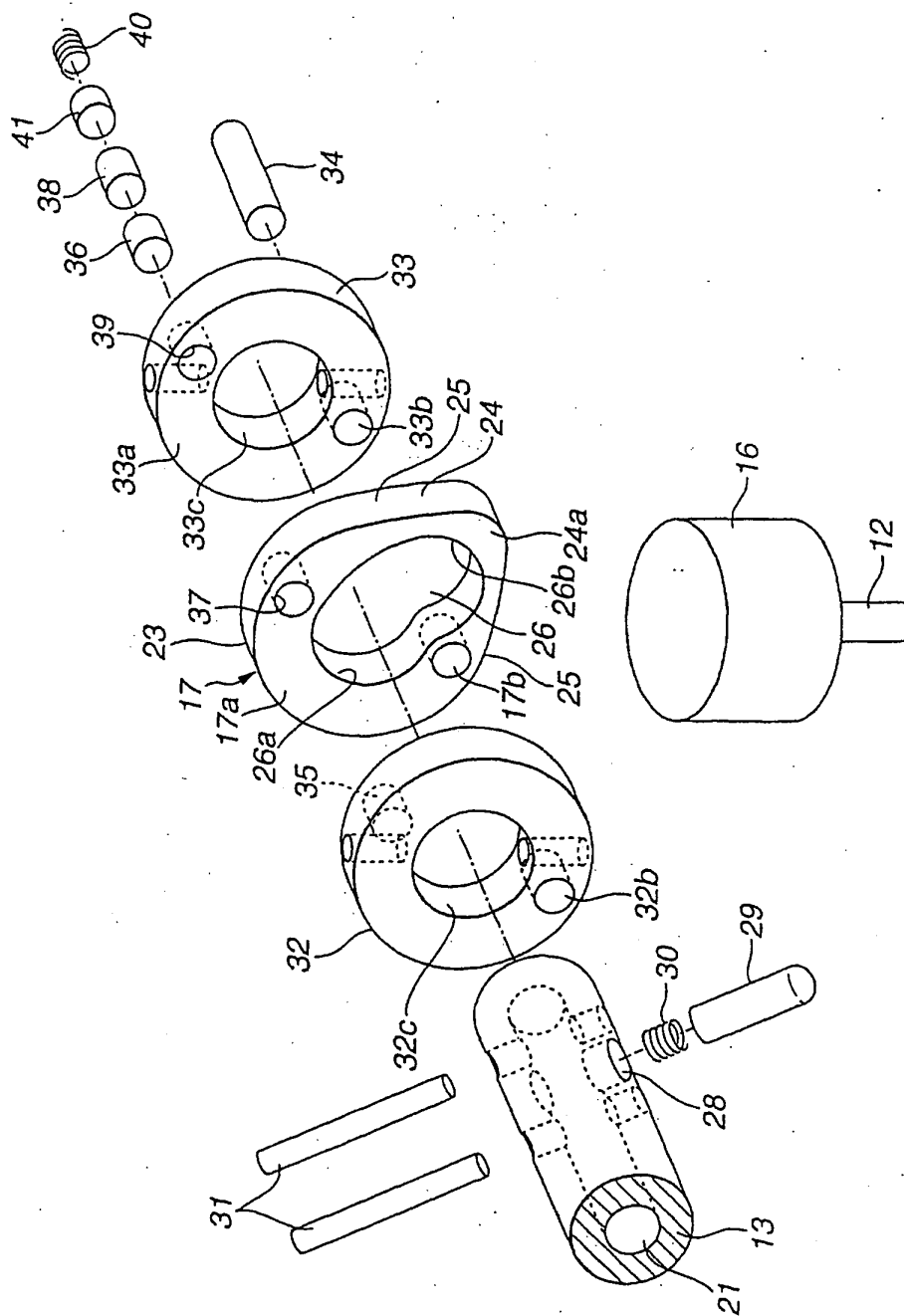


FIG. 6

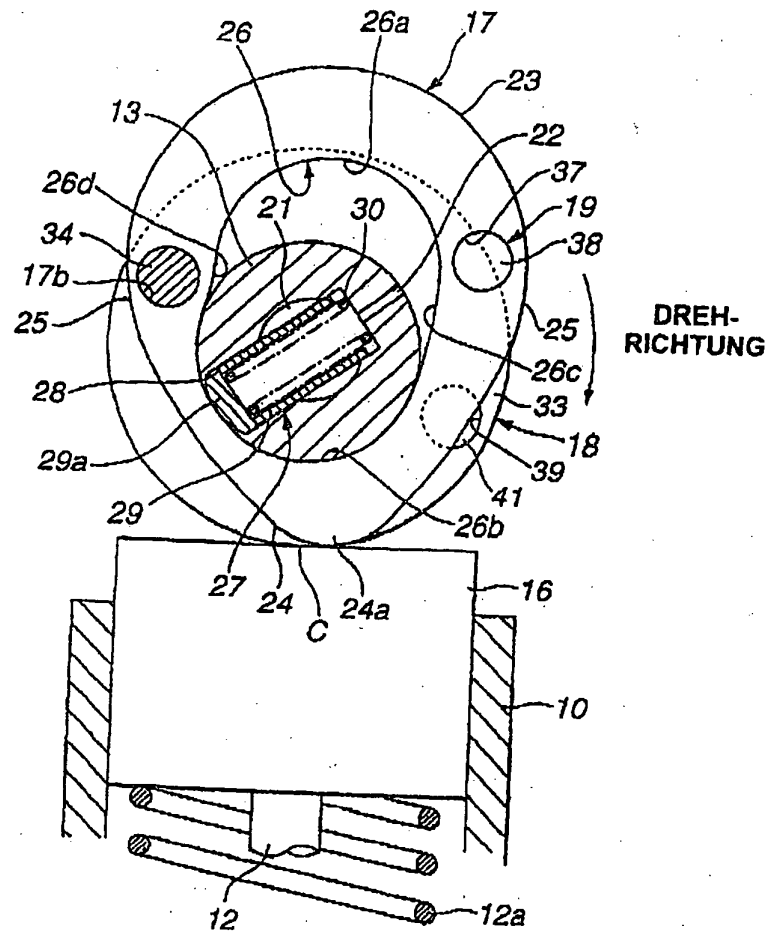


FIG.7

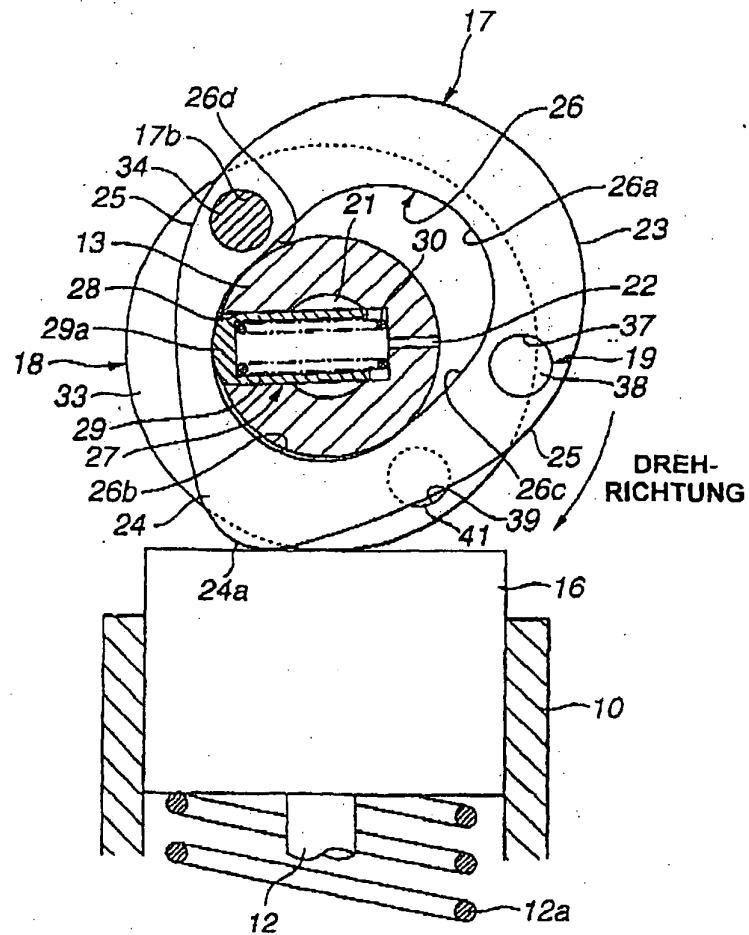


FIG.8

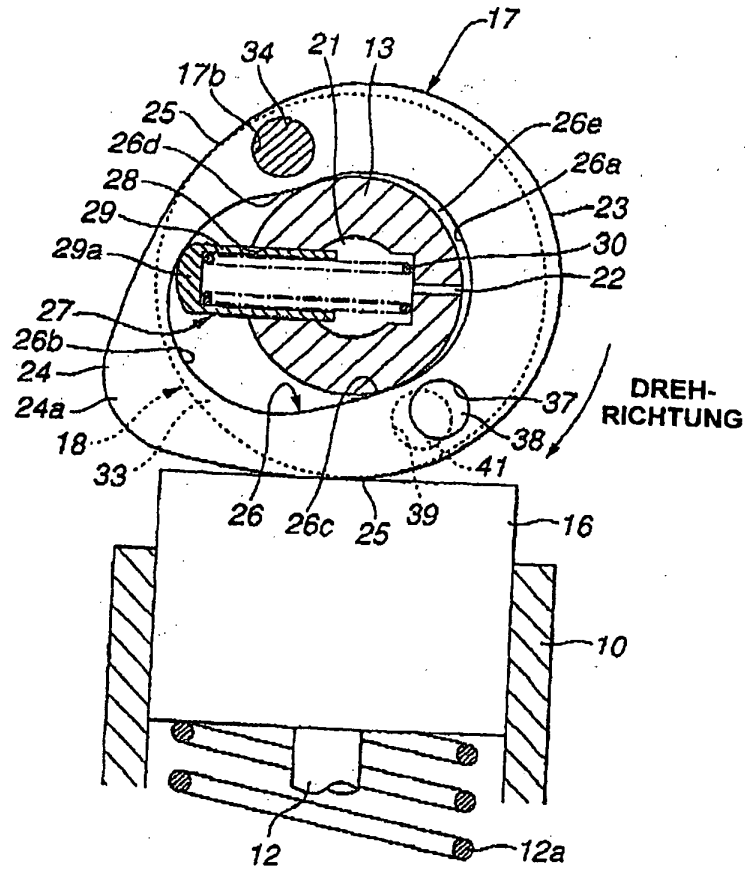
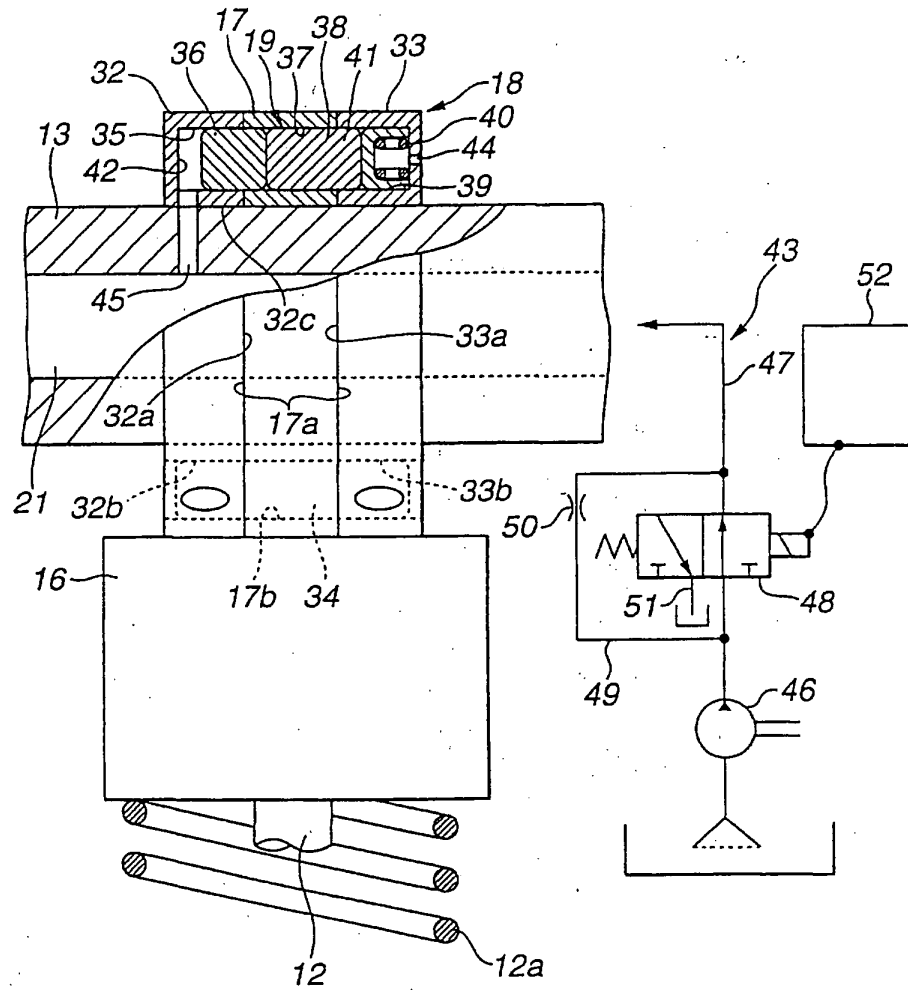


FIG.9



[illegible]

FIG.12

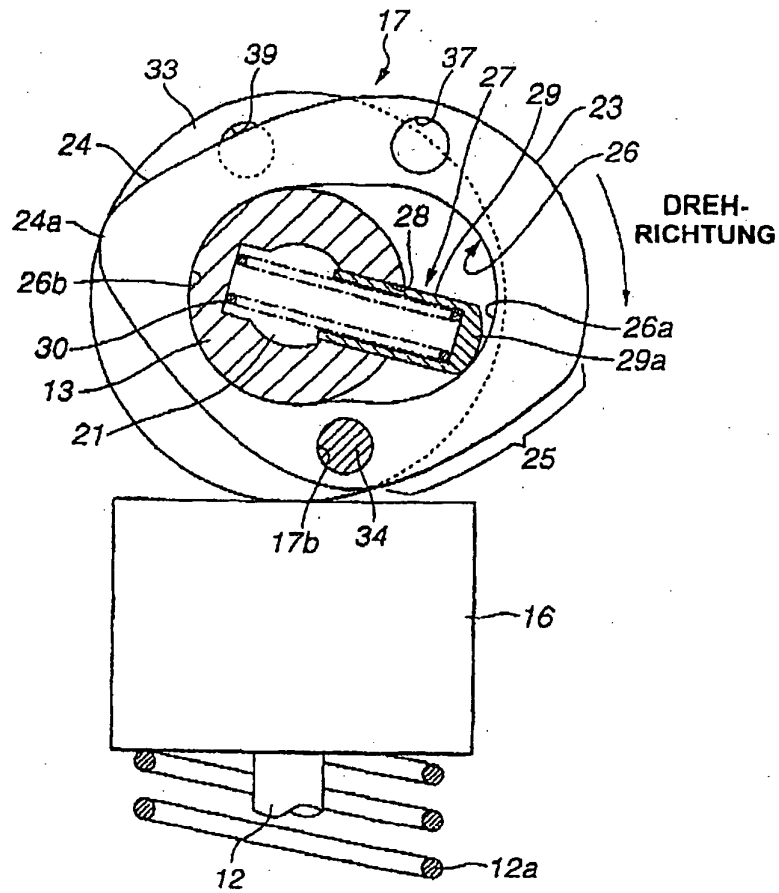


FIG. 13

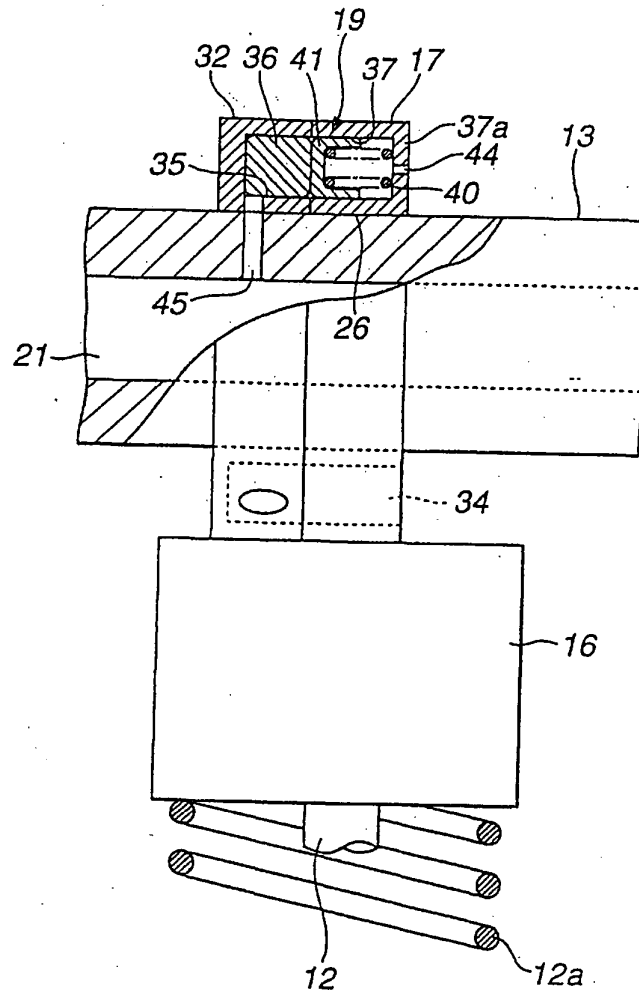


FIG.14

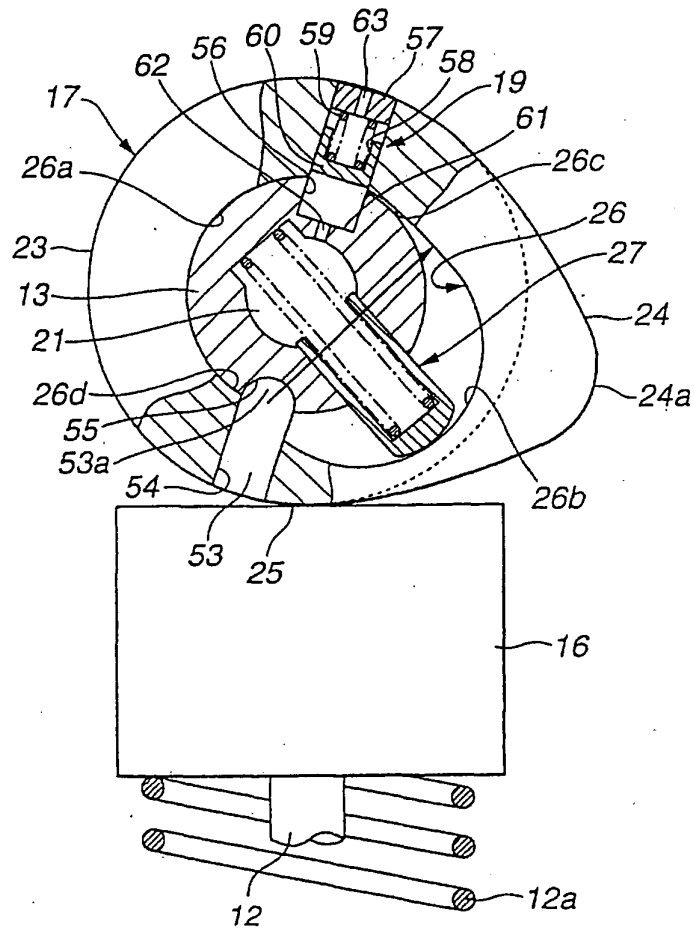


FIG.15

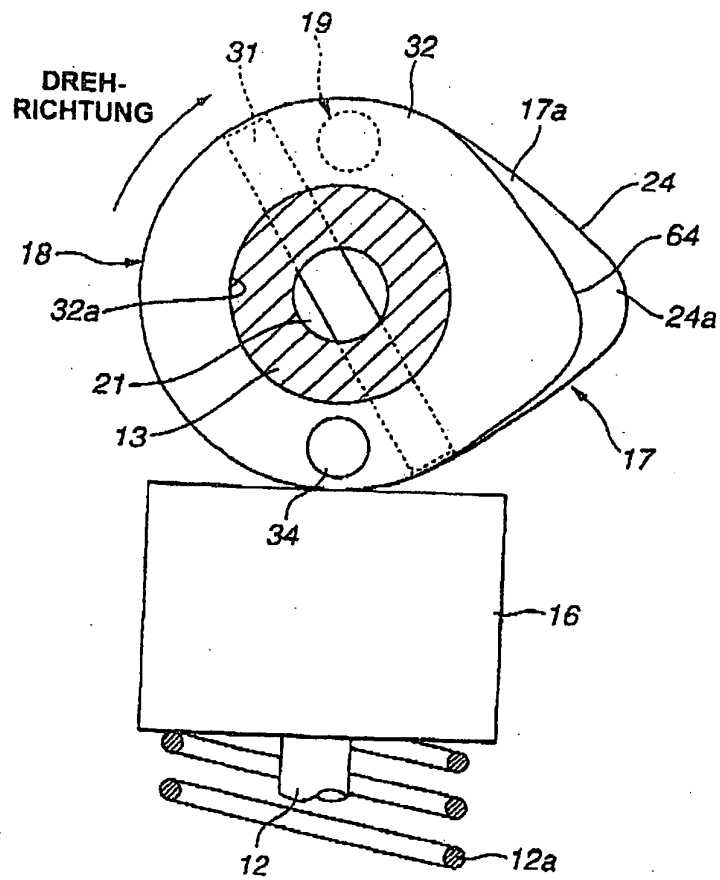


FIG.16

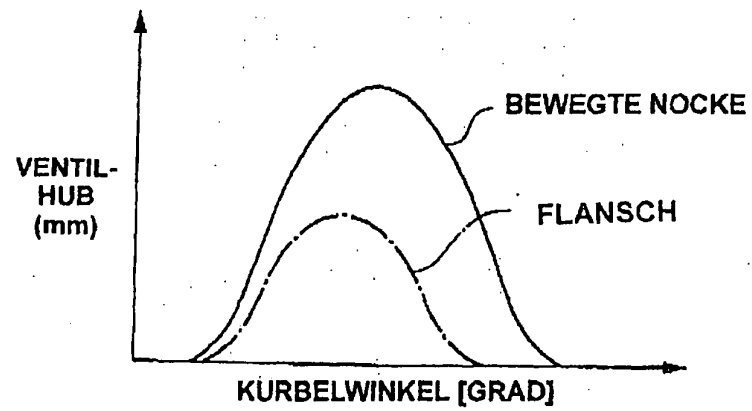


FIG. 17

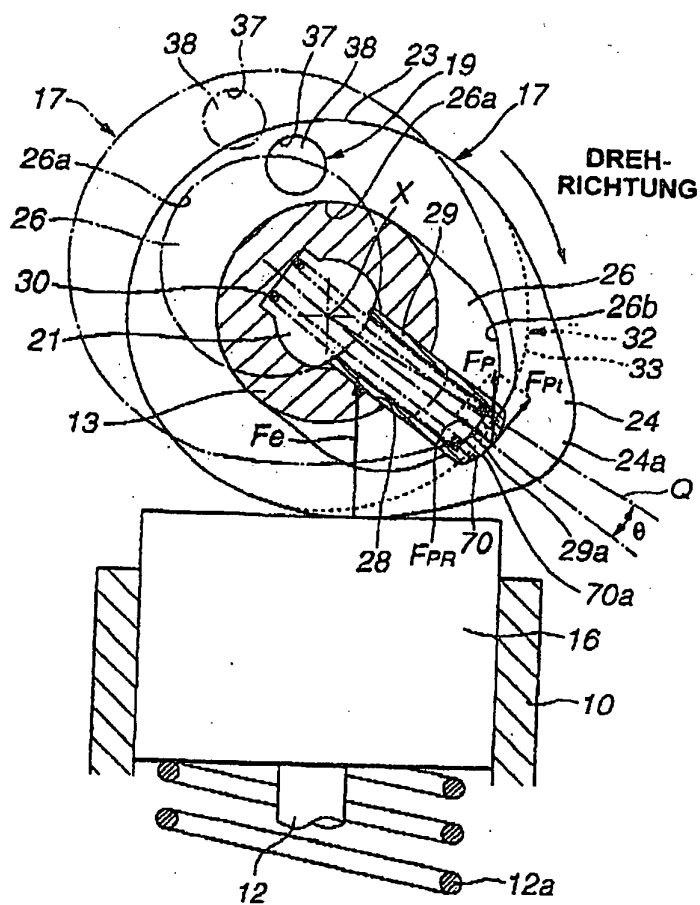


FIG. 18

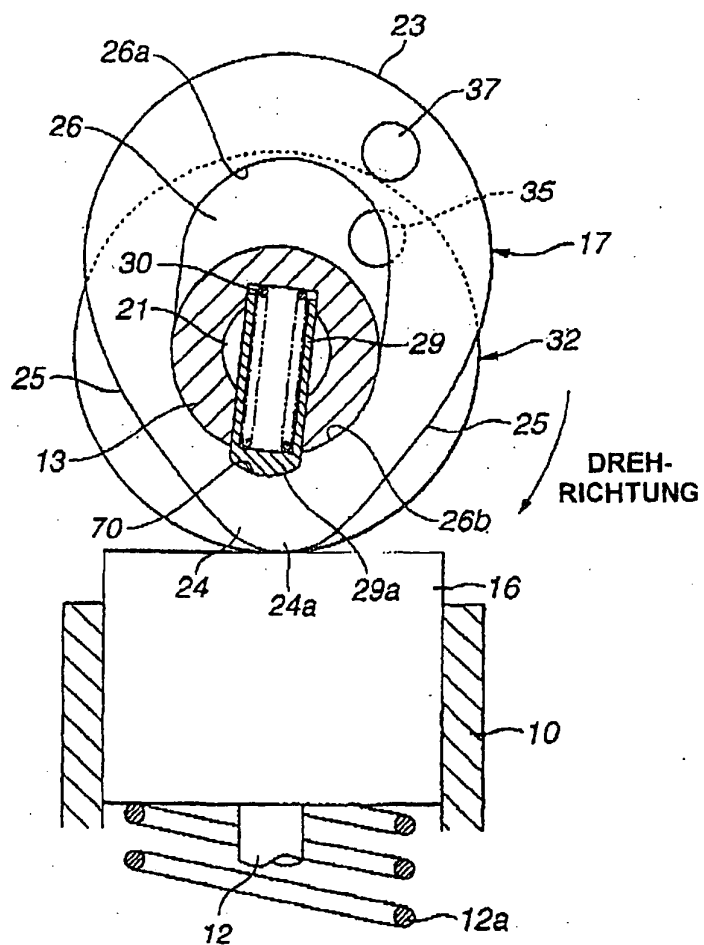


FIG. 19

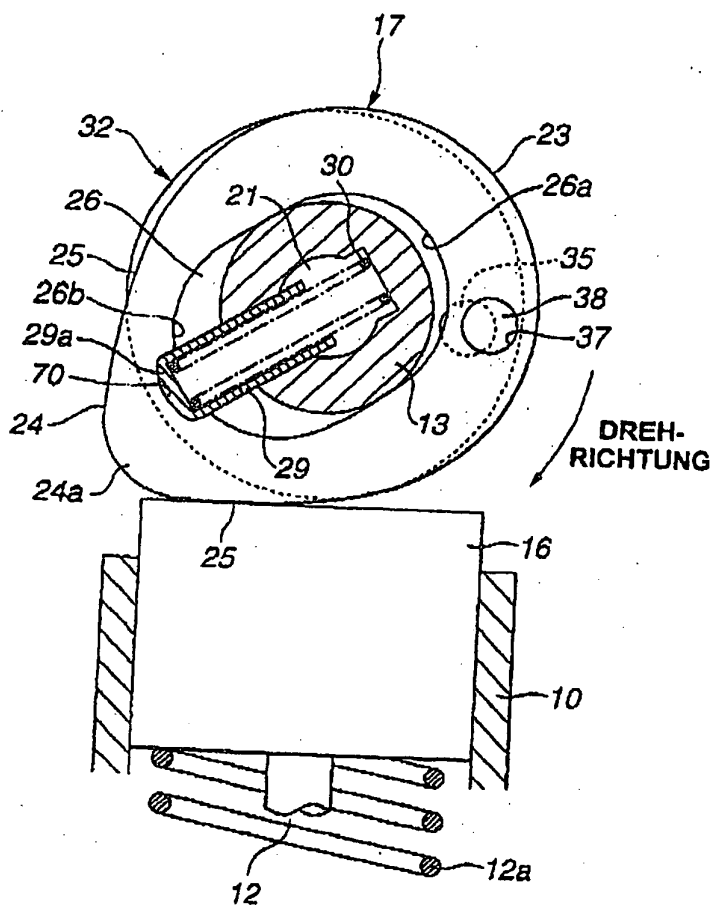


FIG.20

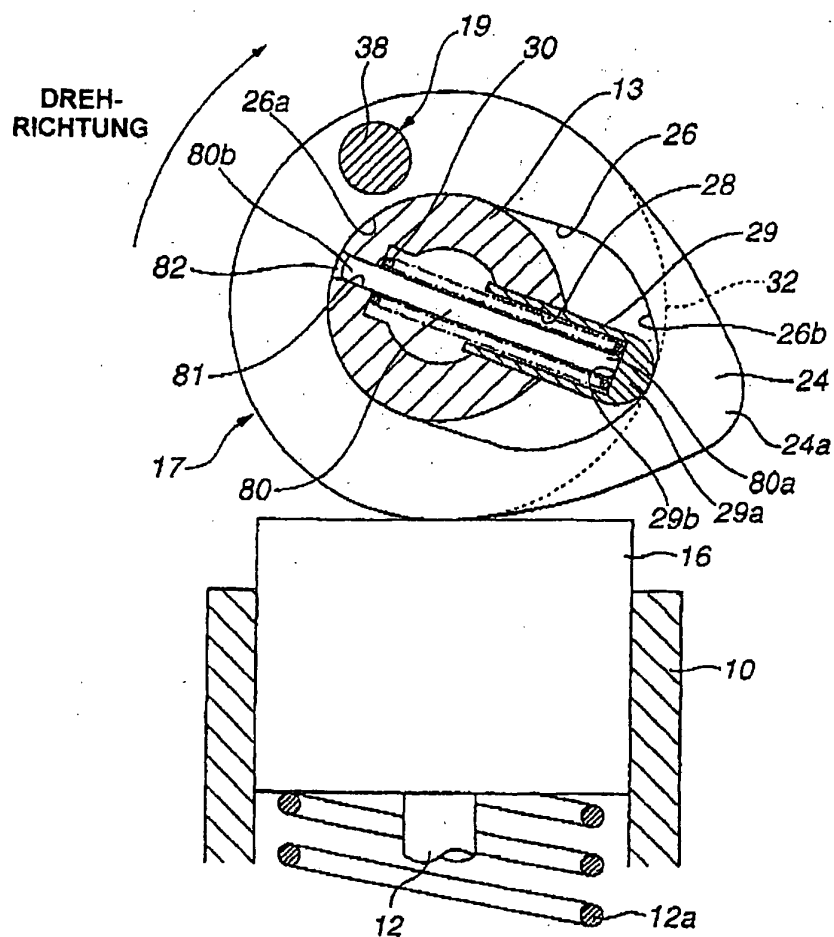


FIG.22

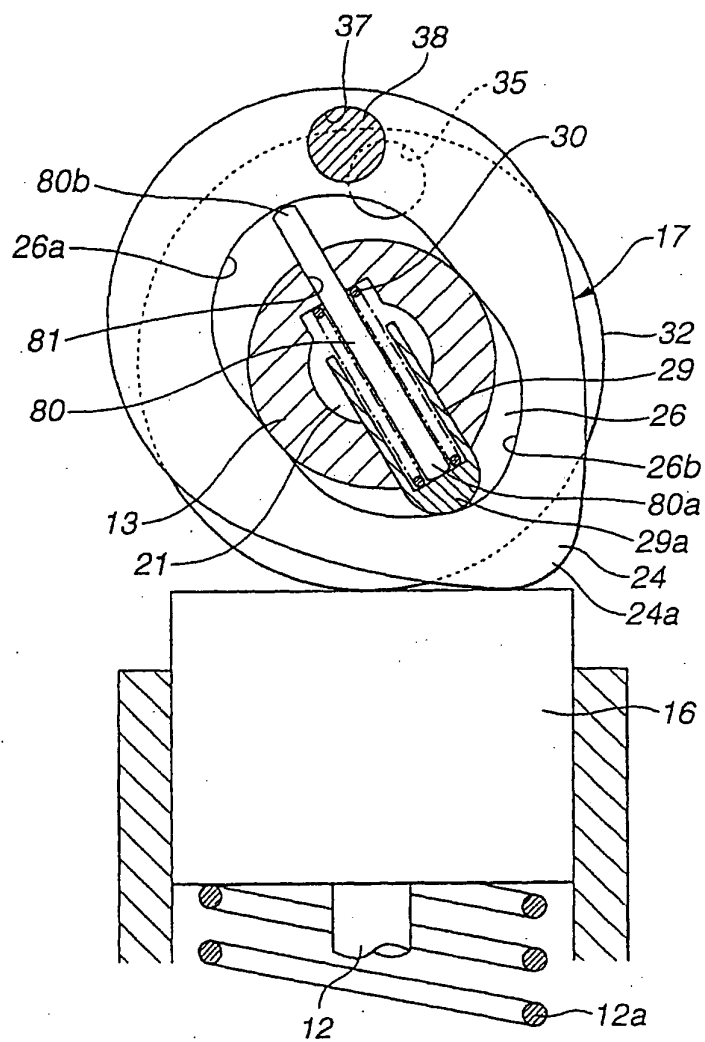


FIG.23

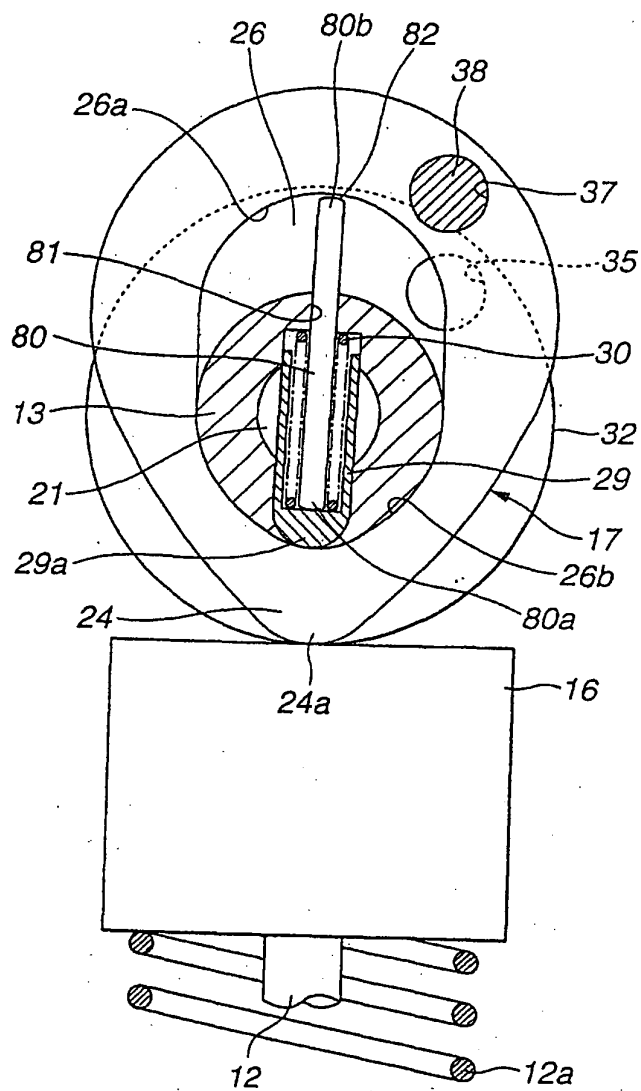


FIG.24

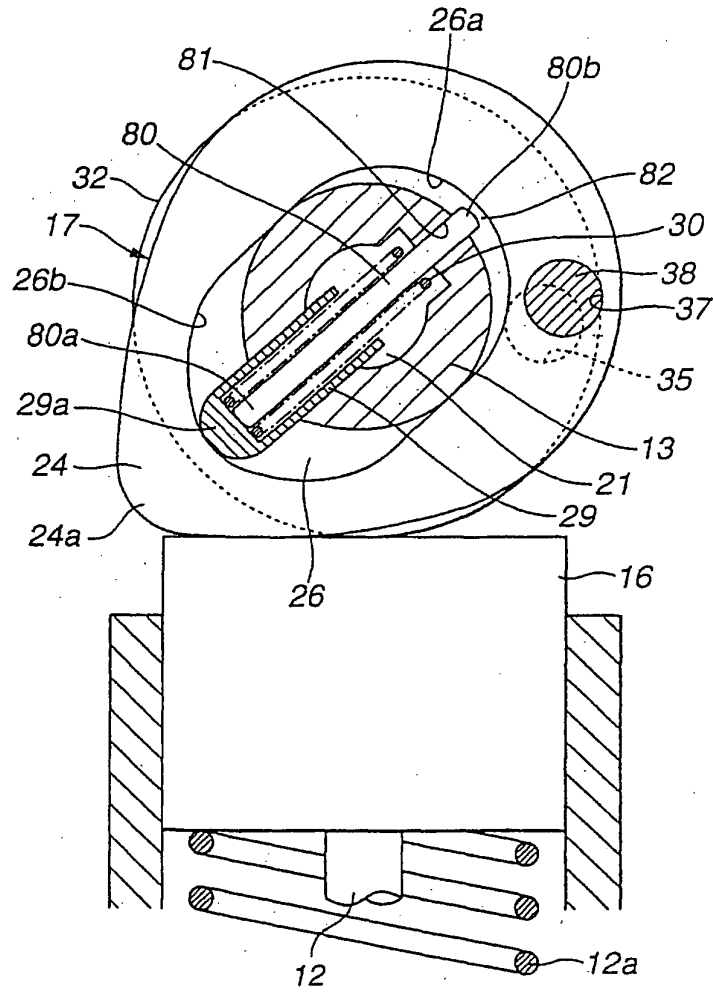


FIG.25

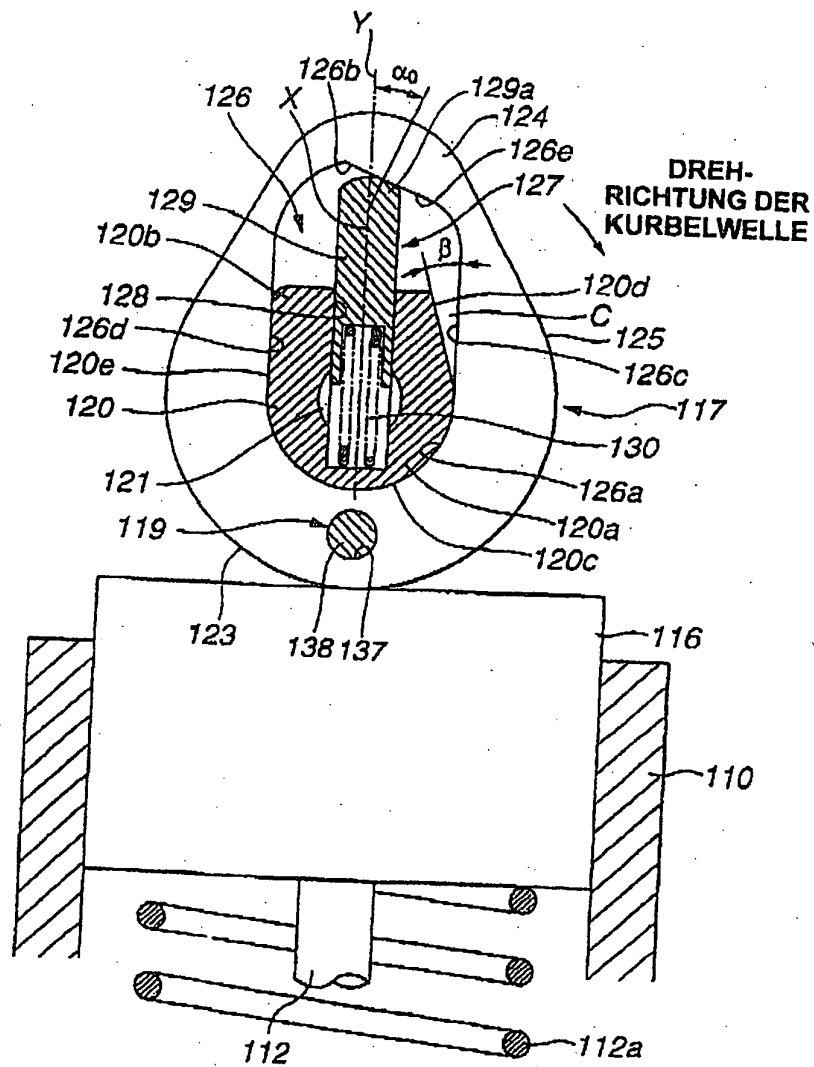


FIG.26

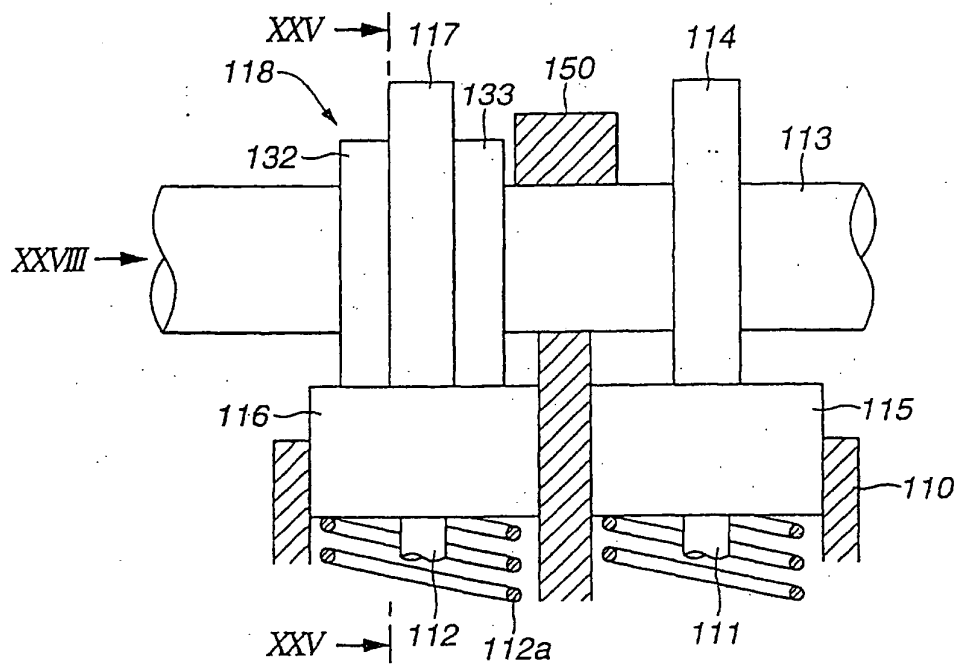


FIG. 27

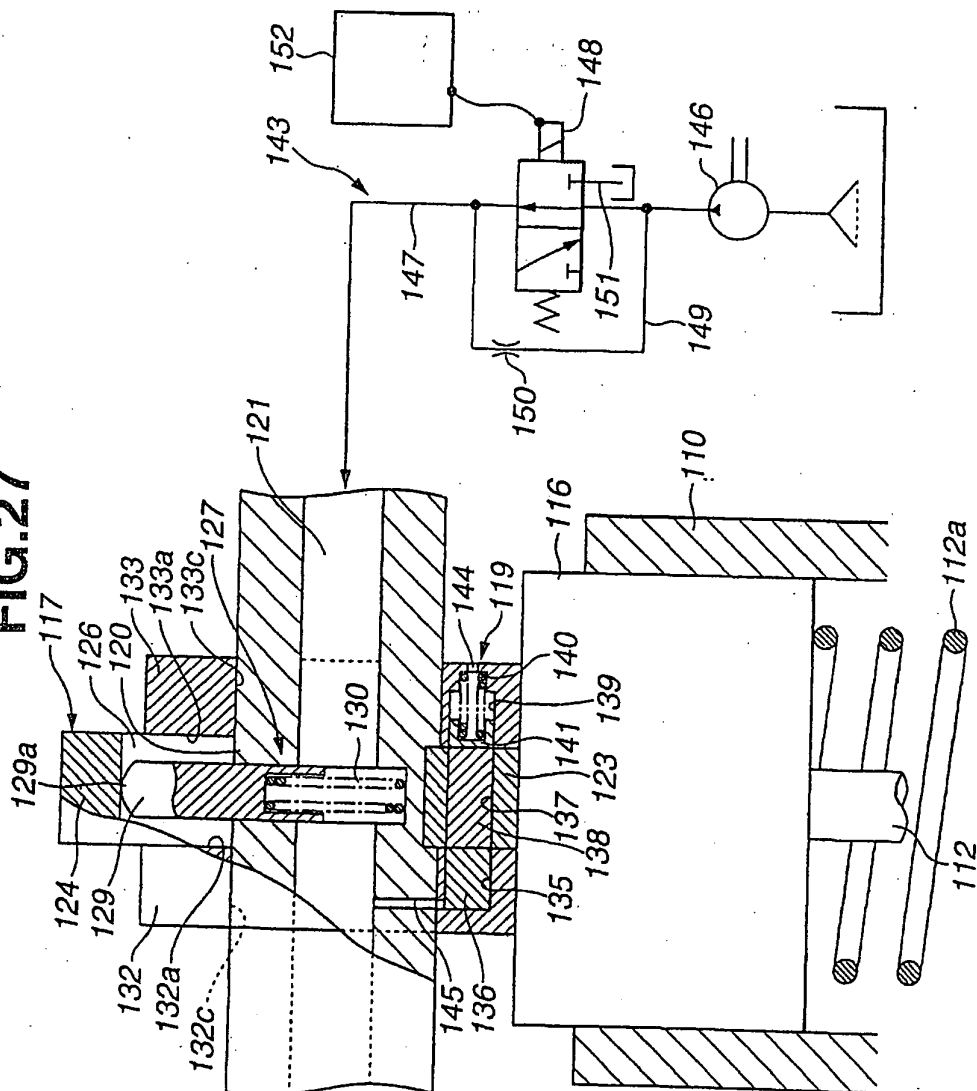


FIG.28

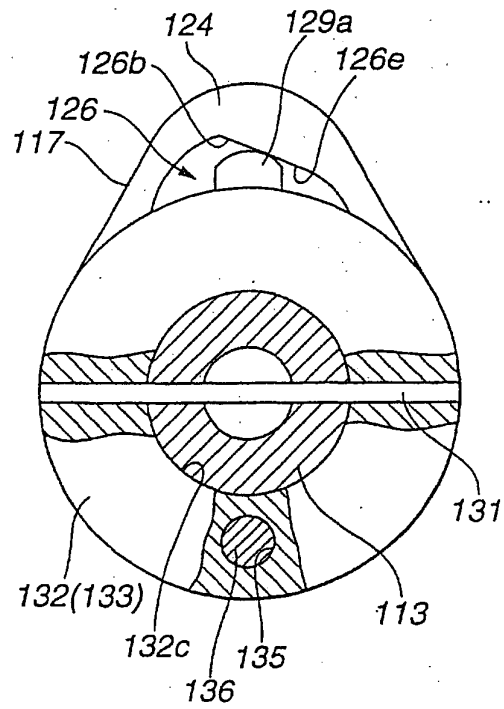


FIG.30

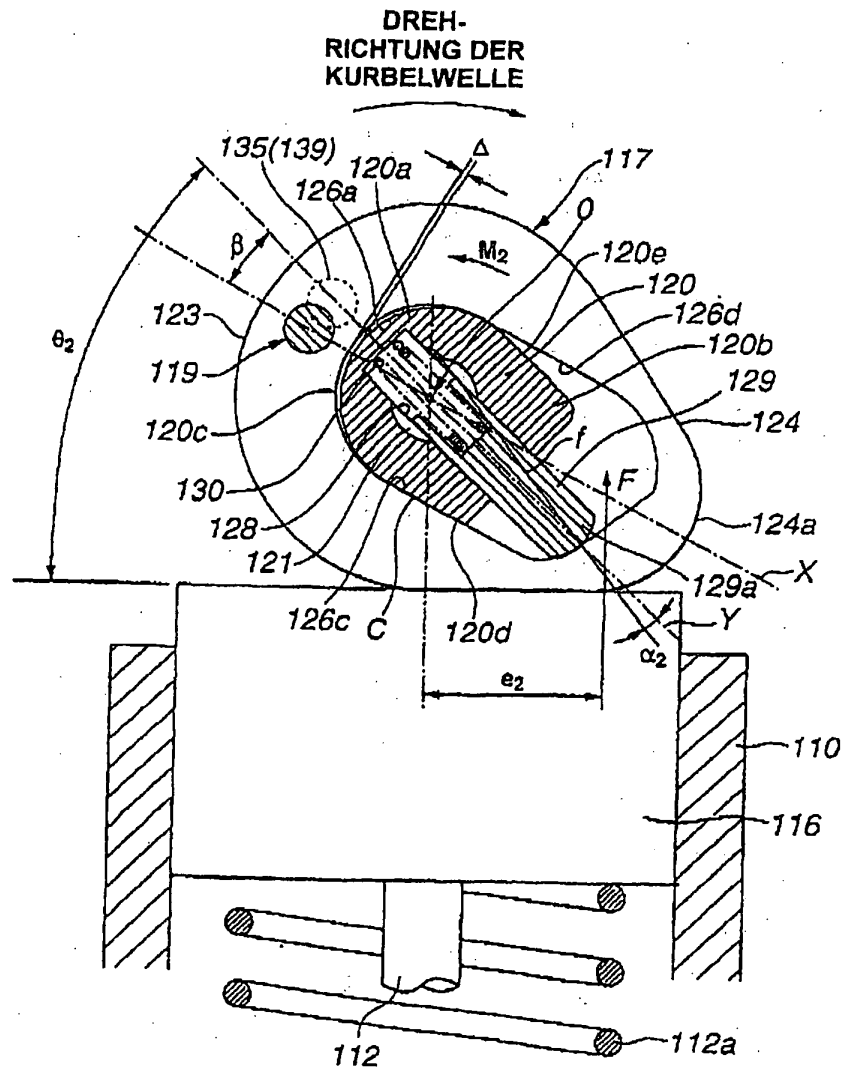


FIG.32

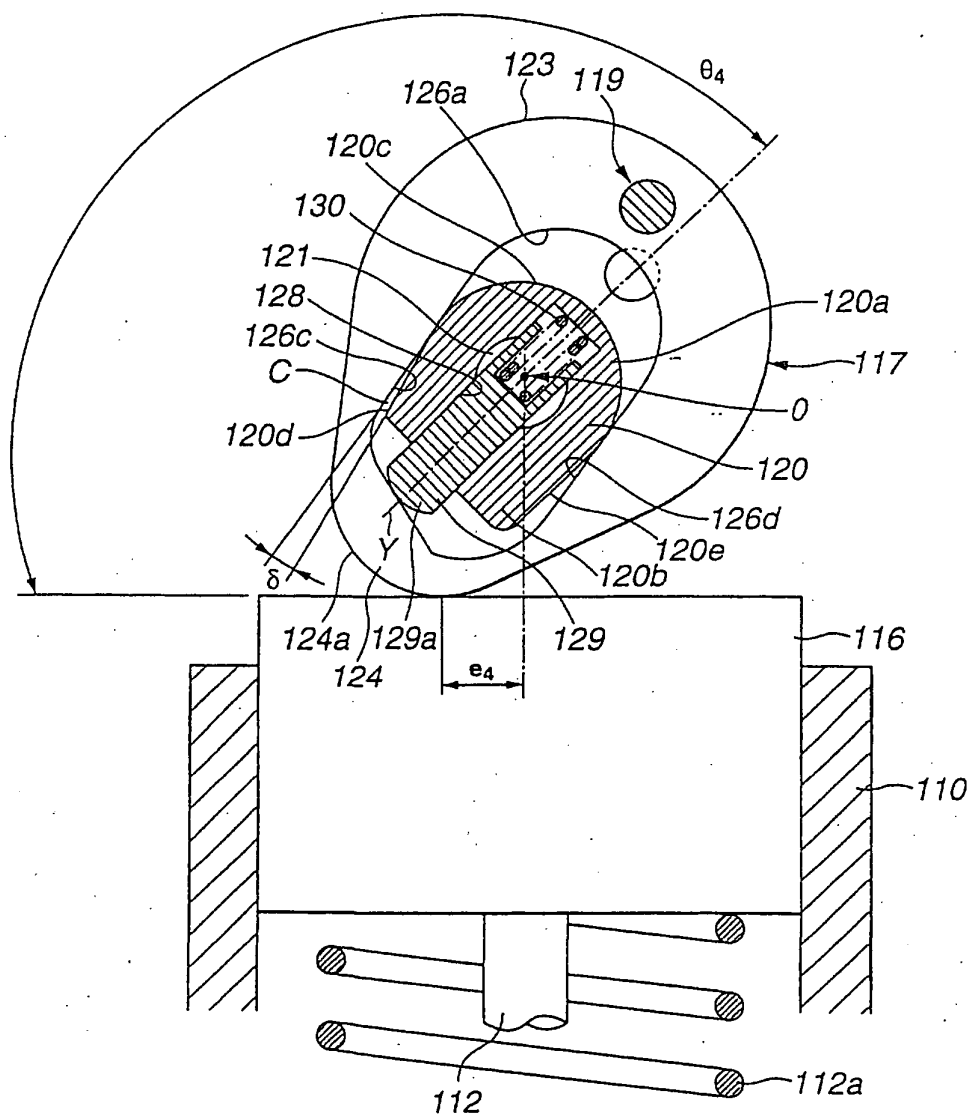


FIG. 35

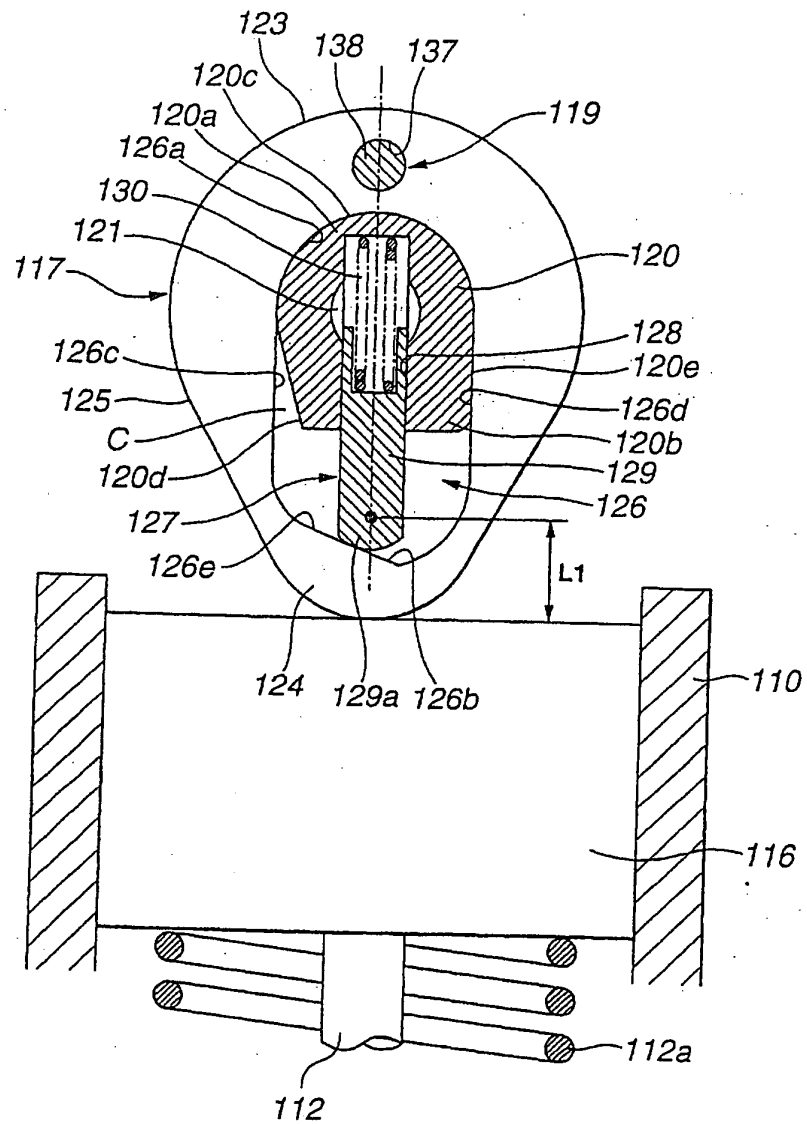


FIG.36

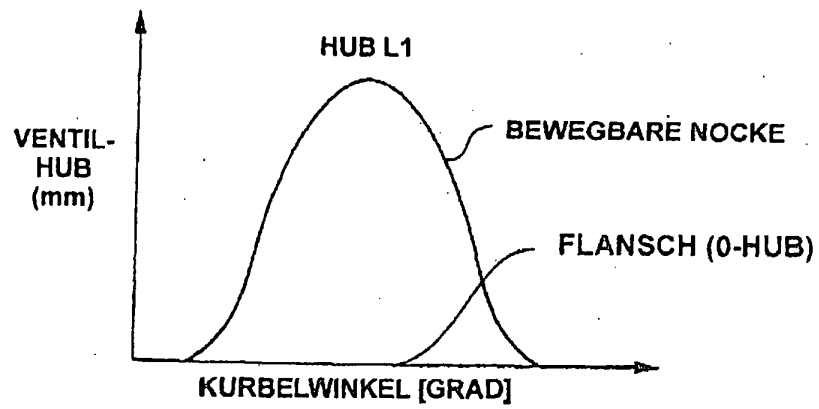


FIG.37

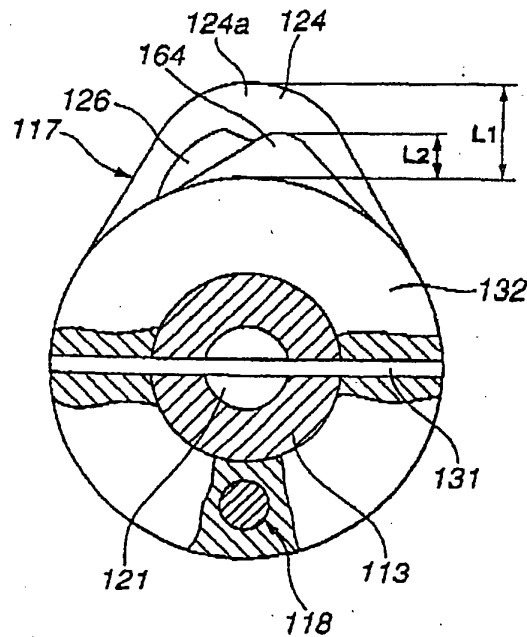
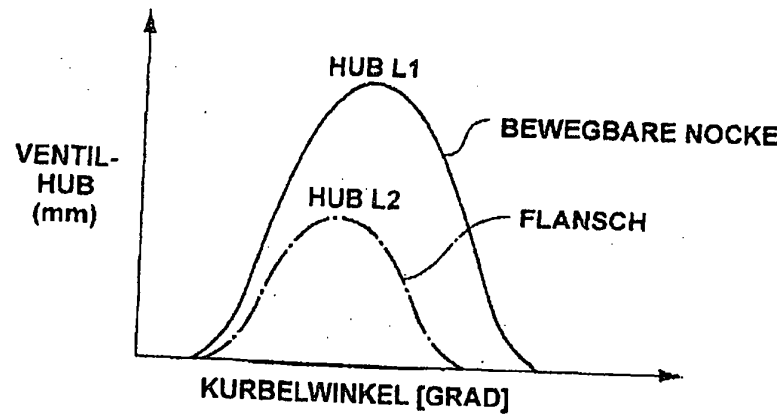
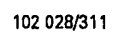


FIG.38



**DREH-
RICHTUNG DER
KURBELWELLE**



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.